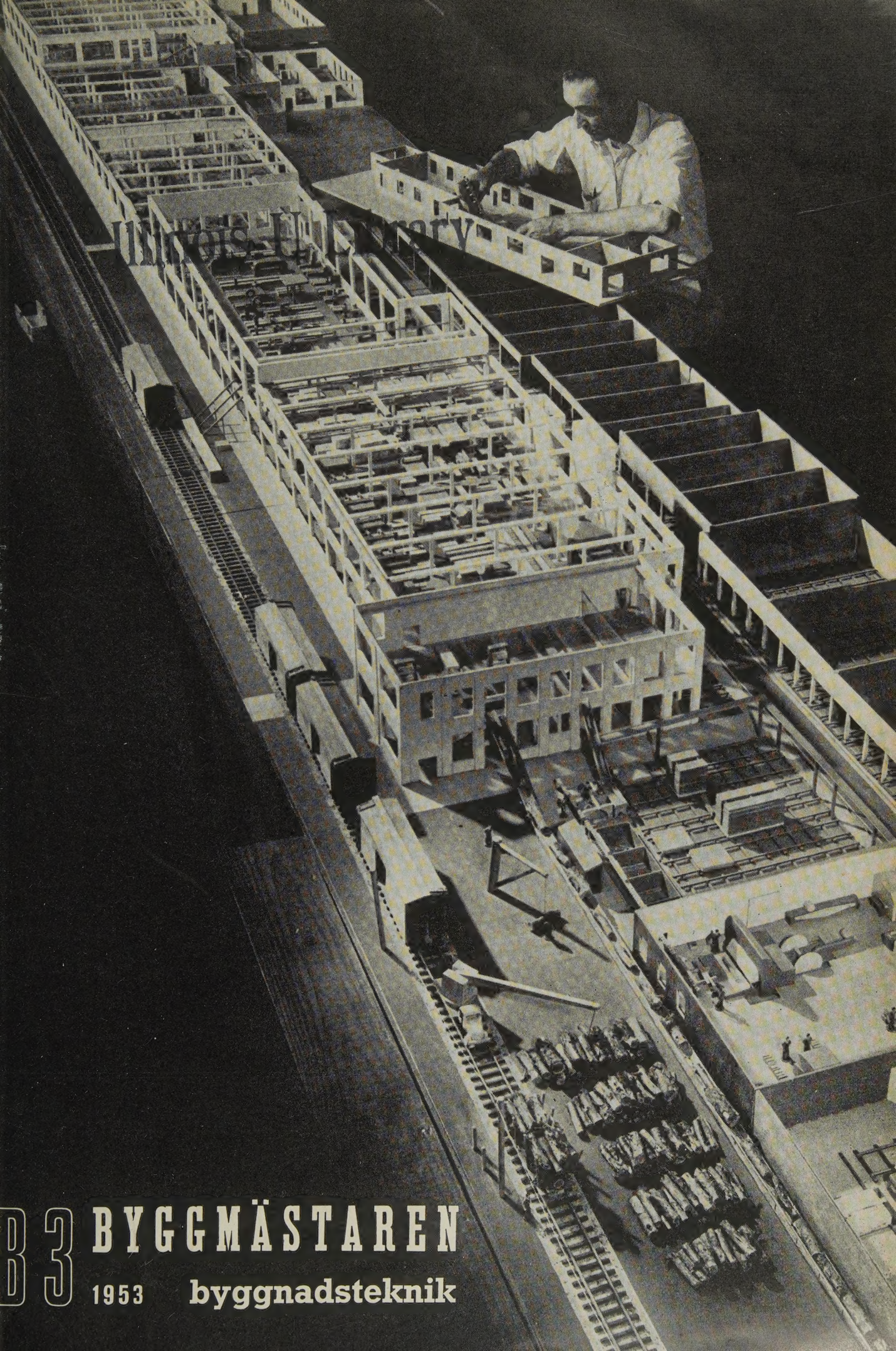




B3 BYGGMÄSTAREN

1953

byggnadsteknik



ALLHABO pansarjalusier

är driftsäkra

Konstruktionen, som är godkänd av arbetarskyddsbyrån, är enkel och robust. Elektriskt drivna jalousier är försedda med reservdrivanordning.

stjäl inget utrymme

Eftersom jalousierna rullas upp på en rulle i taket fordrar de ytterst litet utrymme i sidled samt lämnar golvytan alldeles fri.

är mycket lätta att reparera

Skadade lameller kan lätt dragas ur pansaret, varefter nya skjutes i. Lameller finns alltid på lager för omgående leverans.



ALLHABO

PORTSPECIALISTEN

Vi levererar även andra typer av industriportar, såsom rullgaller, slagportar, skjutportar, vikportar, fällportar, balansportar typ ASEA m. m.

ALLMÄNNA HANDELSAKTIEBOLAGET

BRUNKEBERGSTORG 15

STOCKHOLM - TEL: 2321 50



Organ för Stockholms Byggnadsförening och Svenska Arkitektföreningen, avd. av Svenska Teknologföreningen. Adress: Byggmästaren, Kungsgatan 32, Stockholm. Tel. 23 31 05. Postgiro 3124.

Redaktörer: Civilingenjör SVR Gunnar Essunger och arkitekt SAR Tore Virke. Redaktionssekreterare: Arkitekt SAR Hillevi Svedberg.

Redaktionskommitté: Arkitekt SAR Hakon Ahlberg, arkitekt SAR Hans Asp-lund, civilingenjör SVR Sture Haag, civilingenjör SVR Gösta Lundin, arkitekt SAR Torbjörn Olsson och ingenjör Ernst Wohlin.

Redaktionsombud: Dir. Victor Bährner och länsarkitekt Ebbe Borg, Malmö samt arkitekterna SAR Gunnar Hoving och Per-Olof Klang, Göteborg.

Ansvarig utgivare: Arkitekt SAR Moje Bergström. I tidskriften gjorda uttalanden stå för författarnas räkning och äro endast om så anges att anse som uttryck för ståndpunktstagande av någon av de föreningar, som utge tidskriften.

Byggmästaren utkommer med 24 nummer om året. 12 nummer behandlar arkitektur och 12 nummer byggnadsteknik.

Statens Kommitté för Byggnadsforskning:

Rapport Nr 24

UTVÄNDIG MÅLNING AV TRÄ

Diskussionsinlägg vid en konferens
den 26 februari 1951

Pris Kronor 3: —

Meddelande Nr 20

BYGGNADSMATERIAL FRÅN JORD- OCH STENINDUSTRIEN

Building Materials from the Clay and Stone
Industry Production, Quality, Distribution,
and Pricing.

With a Summary in English

Av Nils Tengvik

Pris Kronor 4: —

Broschyr Nr 1

FÖNSTER

Dimensionering för dagsljus
av Gunnar Pleijel

Pris Kronor 1: —

Broschyr Nr 3

ASFALT

Enkla fuktisoleringar
av Ture Velve och Fredrik Schütz

Pris Kronor 1: —

Broschyr Nr 4

LJUDISOLERING

Pris kr. 1: 50

Broschyr Nr 5

VINTERBYGGE

Pris kr. 2: —

Rekvireras i bokhandeln eller direkt från

BYGGMÄSTAREN

FÖRLAGSAVDELNINGEN

Kungsgatan 32, Stockholm Postgiro 3124

Prenumerationspriser för helår:

	Sverige Danmark Finland Norge	Övriga utlandet
Endast lösnummer upplaga A + B (24 nummer)	30: —	40: —
Endast lösnummer upplaga A (12 nummer) Arkitektur	20: —	30: —
Endast lösnummer upplaga B (12 nummer) Byggnadsteknik ..	20: —	30: —
Lösnummer + klotband upplaga A + B	45: —	55: —
Lösnummer + hfr. band upplaga A + B	55: —	65: —

32 ÅRGÅNGEN

INNEHÅLL

20 MARS 1953

DK 725.4:72.001

ALBREKTSSON, STEN: *Industriprojektering*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 3, sid. 53—57.

Syftet med industriprojektering. Jämförelse mellan projektering av en »konsumtionsanläggning» och en produktionsanläggning. Bristande intresse för industriplanering efter vetenskapliga metoder. Resultatet av bristfällig planering. Rationell industriprojektering. »Plant layout». Vem skall projektera industribyggnader?

DK 725.4

RIMÉR, OLLE: *Funktionsanalys — lokalplanering — byggnadsprojektering*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 3, sid. 58—64.

Som underlag för lokalplanering och byggnadsprojektering fordras funktionsanalys, produktionsplan och produktförteckning. Lokalplaneringens innebörd. Tillverkningsprocesserna och lokalplaneringen. Kartläggning och studium av tillverkningsprocesserna. Tillverkningskapaciteten. Arbetsplatsens utformning. Arbetsplatsens placering. Lokalplaneringens genomförande. Planeringsmetoder. Byggnadsprojekteringen.

DK 725.4:658.28

LINDSTRÖM, ERIK J: *Modern materialhantering och interna transporter*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 3, sid. 64—71.

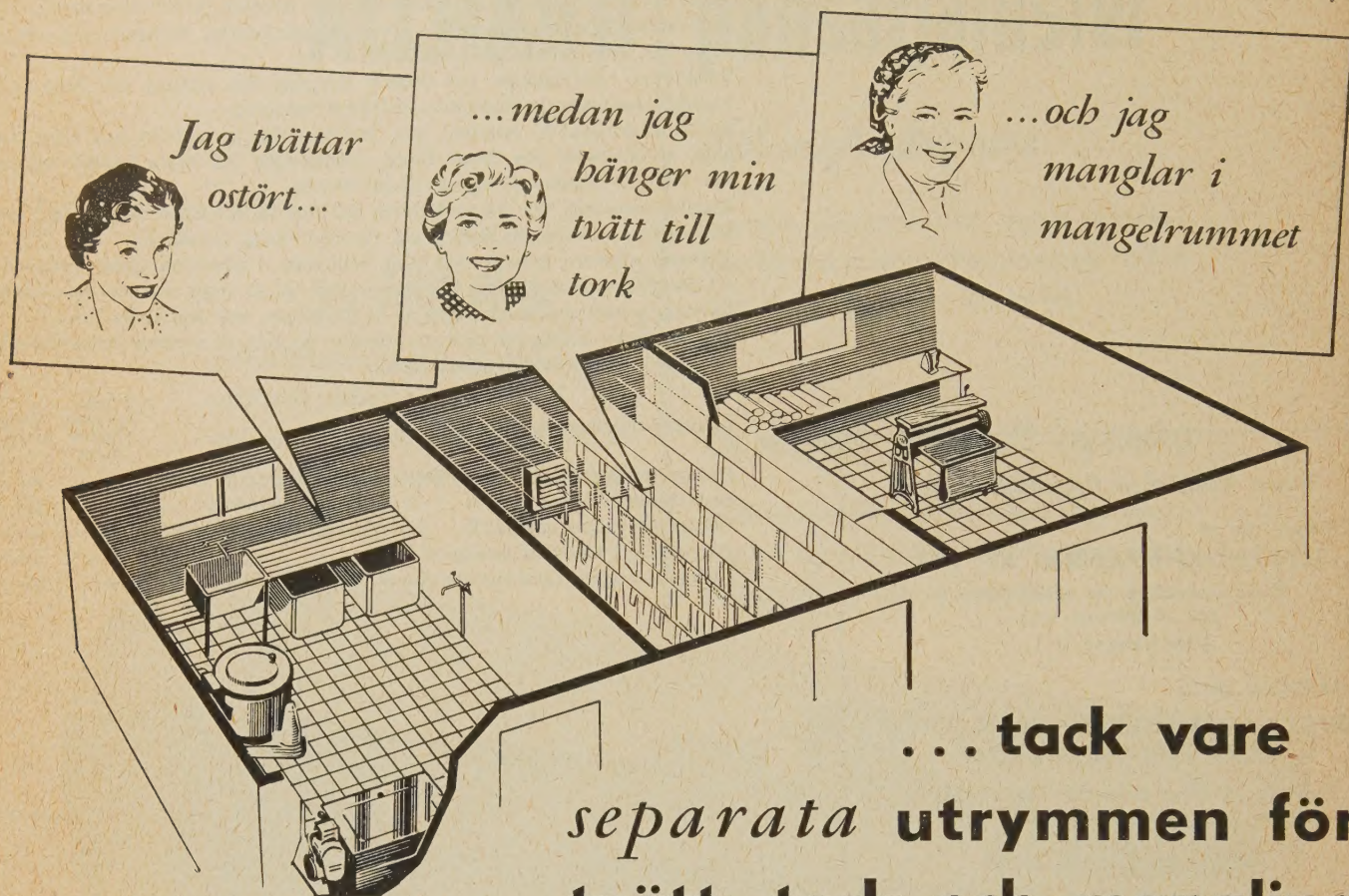
Definition av begreppet materialhantering och interna transporter. Enhetslastprincipen och användningen av mekaniska hjälpmedel. Enplansbyggnader contra flerplansbyggnader.

DK 69.024.3:69.024.158

HANSON, RUNE: *Papptäckning, några erfarenheter från en inventering*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 3, sid. 72—84.

Papptäckningens problem. Inventering av skador hos papptak. Riktlinjer för förbättring av de traditionella papptäckningarna. Nyare papptäckningstyper.

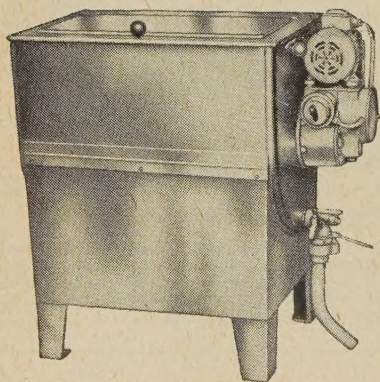
I en Bohus-tvättstuga utnyttjas maskinerna oavbrutet



... tack vare
**separata utrymmen för
tvätt, tork och mangling**

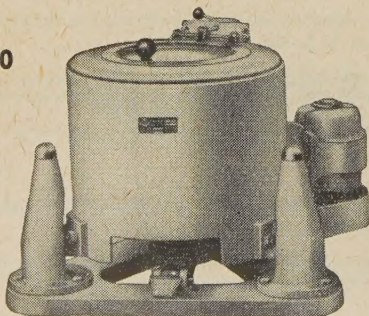
Tvättmaskin TM 50/70

Kapacitet: 12 kg
tvätt torr vikt.
Reverseradgång.
Valfri uppvärmning.
Helt rostfri.
Klarar en normal månads-
tvätt på två kok.



Centrifug CPR 40

Kapacitet: ca 6,5
kg tvätt torr vikt.
Varvtal: 1.440
varv/min. Pendel-
uppbängd. Vikt:
170 kg. Säkerhets-
lock.



En tvättstugas kapacitet bestäms inte bara av maskinernas storlek. Lokalplaneringen betyder lika mycket.

En stortvätt sker i tre etapper — tvättning, torkning och mangling. Genom separata utrymmen för vart och ett av dessa arbetsmoment kan fru Andersson börja tvätta redan när fru Nilsson hänger sin tvätt till tork. Samtidigt manglar fru Jansson ostörd i mangelrummet.

Efter denna självklara princip — som minst fördubblar

tvättstugans kapacitet — är varje Bohus-tvättstuga inredd. Genom att tvättstugan utrustas med tvättmaskin och separat centrifug förkortas tvättiden ytterligare — den första tvättomgången kan centrifugeras samtidigt som den andra tvättas i maskinen.

En Bohus-tvättstuga har maximal kapacitet därför att den medger att de tids- och arbetsbesparande maskinella hjälpmedlen utnyttjas 100-procentigt — maskinerna i en Bohus-tvättstuga arbetar utan avbrott!



ELEKTROLUX SVENSKA FÖRSÄLJNINGS AB

STOCKHOLM 12 · TELEFON 54 00 40 · UTSTÄLLNINGAR: S:T ERIKSGATAN 63,
KUNGSGATAN 2, GÖTGATAN 27

FILIALER I: BORÅS · ESKILSTUNA · GÖTEBORG · HUSKVARNA · HÄLSINGBORG
JÖNKÖPING · KARLSTAD · MALMÖ · NORRKÖPING · VISBY · VÄSTERÅS · ÖREBRO

INDUSTRIPROJEKTERING

Av civilingenjör SVR Sten Albrektsson

DK 725.4:72.001

Vad är syftet med industriprojektering? Jo, att skapa de nödvändiga förutsättningarna för att tillverka nyttigheter av visst bestämt slag till *lägsta möjliga kostnad* och att till konsumenterna distribuera dessa nyttigheter *billigast möjligt*. Med denna starka ekonomiska betoning ger svaret nyckeln till den problemställning, som måste ligga till grund för projektarbetet.

Det syfte, som formulerats ovan, fylls icke av ett aldrig så väl byggnadstekniskt och byggnadsekonomiskt utarbetat projekt. Det är utomordentligt lösvårt att rita billiga och tekniskt fullgoda byggnader, men det skadar icke att göra klart för sig, att inverkan på produktpriset av dessa ambitioner merendels är obetydlig. Desto större betydelse har den del av projekteringen som omfattar planeringsarbetet för den industriella driften. För detta kräves ofta ett analys- och syntesarbete, som blir så omfattande, att själva byggnadsprojekteringen som sådan blir den mindre delen av det totala projektarbetet.

I ett så industrialiserat land som Sverige är industriföretagens produktivitet och konkurrenskraft i hög grad bestämmande för befolkningens levnadsstandard. Den tiden är för länge sedan förbi, då en företagare kunde betrakta varje ny investeringsräntabilitet som sin ensak. Om sålunda industriprojektering överhuvudtaget innebär större ekonomiska konsekvenser för företaget, är den en angelägenhet som berör oss alla.

Svensk industri av idag är beträffande maskinparkens modernitet på toppen av utvecklingen. Med stigande arbetslöner och hårdnande konkurrens ser sig allt fler företagare om efter nya rationaliseringsobjekt. Så har transportproblemet kommit i förgrunden för intresset. I många industrier uppgår materialtransportkostnaderna till hälften av totala tillverkningskostnaderna. Det är då naturligt, att man genom ökade investeringar i transportmaskiner kan nå goda resultat i sin strävan att förbilliga driften. Detta borde också vara en tankeställare för var och en, som sysslar med industriprojektering. En analys av transportvägar och transportlängder i en befintlig industri ger ofta ett gott besked om arten av det projektarbete, som föregått anläggningsarbetet. Varje extra transport utöver ett visst teoretiskt minimum, varje onödigt lång eller dyrbar transportväg är ett allvarligt indicium på bristfälligt projektarbete, som uppenbarligen icke kan helt kompenseras av en aldrig så perfekt transportmaskin.

Hur projekteras för närvarande industribyggnader i Sverige?

I regel är industrichefen själv eller någon betrodd medarbetare inom företaget projektör, i den mån naturligtvis man överhuvudtaget befattar sig med projektarbete och icke köper hus efter m² golvyta. Vid

sin sida har byggherren vanligen en konsult, arkitekt eller ingenjör, eller en entreprenadfirma, vilka som ritbiträden försöka att på bästa sätt omsätta hans idéer i praktiken. Beroende på vederbörande medhjälparens kompetensområde blir vanligen endera arkitekturen eller det byggnadstekniska och konstruktiva bäst företrätt. Resultatet ur produktionsekonomisk synpunkt blir i de flesta fall helt beroende på den eller de inom företaget, som bära ansvaret för projekteringen, samt därutöver naturligtvis på uppgiftens svårighetsgrad.

Jämförelse mellan projektering av en »konsumtionsanläggning» och en »produktionsanläggning»

Arkitekten har grundlig utbildning i projektering av konsumtionsanläggningar sådana som bostäder, skolor, sjukhus, kontors- och affärshus etc. Dessa projekteras också numera med stränga krav på funktionsduglighet. Arkitekten som »skönande» hör en svunnen tid till. Många års samarbete med dessa värderade kolleger har lärt mig, att för våra dagars arkitekt funktionen så gott som undantagslöst kommer i första hand, och att fasaden som regel blir ett ärligt uttryck för denna funktion.

En arkitekt, som av en industrichef får i uppdrag att rita en villa, blir väl också i regel konfronterad med skisser på, hur byggherren tänkt sig byggnadens planlösning, men man vågar nog förmoda, att arkitektens förslagsritningar ha mycket litet gemensamt med dessa skisser, samt att byggherren har anledning känna sig belåten med detta faktum. Arkitekten representerar här fackmannen, som genom utbildning och erfarenhet är ägnad för uppgiften, och som dessutom vet, hur folk i allmänhet »bebor» sina bostäder, samt därtill i bästa fall också besitter socialt intresse och vill gå i spetsen för utvecklingen, vill få oss att överge våra dåliga bostadsvanor och bo bättre.

Samme industrichef kommer till sin arkitekt med skisser till en industribyggnad för låt oss säga en komplicerad mekanisk tillverkning. Arkitekten — och självfallet även en väg- och vattenbyggare i hans ställe — tvingas nu på grund av total okunnighet om vad saken egentligen gäller att antingen i stort sett acceptera dessa skisser som grund för sina »förslagsritningar» eller att lämna nya förslag, som, i avsaknad av underlag i form av specialistarbete betr. generalplanarbete, maskinprojektering och materialhantering, kommer att hänga i luften. Accepterar han byggherrens skisser, måste han förutsätta, att byggherren vet mer om, hur hans industri bör »bo», än hur han bör bo själv. Detta är dock tyvärr snarare undantag än regel. Är å andra sidan industrichefen en mer än vanligt klarsynt man med full förståelse för projekteringsarbetets betydelse och någon kunnighet i arbetsmetodiken, kan naturligtvis resultatet bli gott.

Bristande intresse för industriplanering efter vetenskapliga metoder

Med utgångspunkt från vad ovan sagts kan man med fog fråga sig, hur det egentligen står till med industriplaneringen i vårt land. Det är förvisso ingen överdrift att säga, att standarden är låg och att intresset från företagsledningens sida hittills icke varit alltför påtagligt. Även bland de företagsledare, som är medvetna om problemets betydelse, ställer sig många tveksamma inför konsekvenserna av en ny syn på projektarbetet. Orsakerna är väl dels bristande kunskaper i den komplicerade arbetsmetodik, som krävs för att kunna gå till botten med problemen, dels olustkänslor inför de med ett grundligt projektarbete förenade kostnaderna, av vilka de i konsulttaxorna angivna arvoden för byggnadsprojektering ofta utgör en mindre del. En starkt bidragande anledning är naturligtvis också den nästan totala avsaknaden utanför företagarnas egna led av expertis, som innehar ens elementära kunskaper i anläggningsteknik. Till allt detta kommer tidsfaktorn. Man anser sig ofta inte kunna vänta på resultaten av de tidsödande förundersökningar, som måste göras, utan skickar många gånger bokstavligen talat grävmaskinen ut på åkern, samtidigt som byggnadsprojekteringen tager sin början. Inom parentes sagt är väl just detta förhållande en av anledningarna till, att industribyggnader i vårt land i så stor utsträckning, som fallet är, ritas av entreprenadfirmor.

I Amerika ha företagen en annan syn på dessa problem. Intresset för en rationell anläggningsprojektering har efter kriget snabbt stigit. Men även där projekteringen som hos oss bedrivs efter föråldrade principer, ger man sig god tid med byggnadsplaneringen. Som exempel kan nämnas, att i Amerika samtliga ritningar — således även detaljritningar — skall vara fullt färdiga, innan ett byggnadsarbete påbörjas, medan hos oss även i bästa fall $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ av ritarbetet utföres under byggnadstiden.

Vad kostnaderna för projekteringsarbetet beträffar, förtjänar det påpekas, att arkitekt- och konstruktörstaxor i Amerika i % av byggnadskostnaderna ligga inemot dubbelt så högt som våra. Kraven på grundligt och tillförlitligt arbete ställs också utomordentligt högt. Detta är naturligtvis klok politik, vilket förr eller senare måste gå upp även för svenska företagare. En och samma byggnad konstruerad av en mindre skicklig resp. en mycket skicklig ingenjör visar normalt en skillnad i anläggningskostnad på upp till 8 à 10 %. Detta är allmänt bekant bland konsulter, som mot % på det insparade beloppet åtaga sig att för entreprenörers räkning konstruera om illa utförda arbeten, som emottagits för anbudsräkning. Än mer betyder dock enligt författarens erfarenhet arkitektarbetets kvalitet, ehuru detta endast i undantagsfall påvisas. Konklusionen blir, att varje sparad slant i planeringsarbetet blir en bumerang, som drabbar byggherren med stora förluster, ehuru han ofta aldrig får vetskap härom.

Vad blir resultatet av bristfällig planering?

Köper man industribyggnader efter m² golvyta för att sedan möblera dem med maskiner, blir resultatet

ofelbart kompromisslösningar beträffande driften. Man tvingas anpassa den industriella verksamheten efter byggnadens funktioner i stället för tvärtom. Driften kommer att förädlas av dåliga sambandsförhållanden, illa tillgodosedda kommunikationer och olämpliga maskinplaceringar.

Om ett 10-tal år kanske tiden är mogen för en tillbyggnad. Industrichefen upptäcker kanske då till sin förargelse, att den ursprungliga anläggningen icke alls lämpar sig för tillbyggnad. En hel serie nya kompromisser beträffande driftens krav måste göras för att bringa den nya enheten att hjälpligt fungera tillsammans med den tidigare. Om inte radikala ingrepp görs, växer svårigheterna för varje ny byggnadsetapp. Å andra sidan kan vådorna av en tidigare felinvestering vanligen ej avhjälpas utan stora ekonomiska uppoffringar. Ofta nog tvingas man fortsätta driften i illa funktionerande anläggningar.

Rationell industriprojektering

Redan på 1920-talet började i Amerika och Tyskland en strävan mot vetenskapliga metoder för industriplanering att framkomma. På 30-talet kunde de första resultaten av dessa ansträngningar spåras i litteraturen. I Sverige var en av pionjärerna civilingenjören Stig Ödeen, som sedermera i samarbete med arkitekten Torsten Frendin utarbetade en metodik för industriprojektering publicerad i »Handbok i industriell anläggningsteknik». Av utrymmesskäl kan någon presentation av denna arbetsmetodik icke här ifrågakomma, varför intresserade hänvisas till bokverket ifråga. En kort sammanställning av huvuddata skall dock lämnas utan några anspråk på fullständighet.

Till grund för all projektering måste ligga *generalplanearbete* omfattande en produktionsplan, dvs. en på orderanalyser m.m. grundad prognos över företagets utveckling, där hänsyn toges till avsättningsmöjligheter, tillverkningsmetoder, tillverkningskapacitet, tillgång till råmaterial och arbetskraft, arbetsledning och organisation m. m.

Produktionsplanen redovisas i dispositionsplaner, som redogöra för på marken vidtagna eller tänkta dispositioner för produktionsplanen såsom befintliga och planerade byggnader, tomtreserver för framtida tillbyggnader, yttre transportvägar och dessas samband med transportleder utanför tomten, val av transportmedel för externa transporter etc.

Maskinprojekteringen, som givetvis utgör ett av de viktigaste leden i projektarbetet, kan sägas omfatta följande:

- analys av arbetsoperationer (redovisas i operations-schema)
- maskinkapaciteter (redovisas i kapacitetsschema)
- ideella maskinuppställningar (redovisas i maskinuppställningsplaner)
- sambandsförhållanden (redovisas i förbindelseschema)
- materialgång (redovisas i materialgångs- och flödesschema)
- tekniska data (sammanställning direkt för byggnadsprojekteringen).

Generalplanearbete och maskinprojektering måste ha avancerat långt innan själva *byggnadsprojekteringen* kan ta sin början. Med hjälp av operations-

schema och förbindelseschema uppgöres först ett *lokalschema* över produktionsavdelningarna, vilket sedan kompletteras med hjälpverkstäder, förråd och lager etc. Med ledning av maskinuppställningsplanen och de direkt från kapacitetsschema hämtade uppgifterna ang. behovet av råmaterial, halvfabrikat och förnödenheter m. m. kan lokalschemat kompletteras till ett *lokalstorleksschema*.

Materialgångs- och flödesschema samt maskinuppställningsplaner lämnar material för studiet av *inre transporter*. Kapacitetsschema ger antalet direkt i produktionen sysselsatta arbetare. För dimensionering av personalanläggningar beräknas ytterligare erforderligt antal arbetare i förråd, lager, expedition och hjälpverkstäder, med interna transporter sysselsatta etc.

Arbetsmetodiken vid själva byggnadsprojekteringen avviker icke från den av arkitekterna för konsumtionsanläggningar tillämpade skissmetoden, som här icke behöver presenteras. Däremot måste starkt understrykas, att man vid projektarbetet sällan, som merendels är fallet vid konsumtionsanläggningar, får betrakta arbetsobjektet som ett avslutat helt. Tvärtom måste man utgå ifrån, att anläggningen kommer att byggas ut och bör kunna byggas ut i mycket stor utsträckning, utan att vid tillbyggnad kostsamma förändringar i driften behöver företagas, eller att överhuvudtaget driftsekonomien blir lidande. Detta tvingar den projekterande att under hela projektarbetets gång ha tillbyggnadsfrågan för ögonen och lösa sin uppgift så, att varje avdelning för sig har möjlighet att expandera utan att inkräkta på andra avdelningar.

»Plant layout»

Den rikhaltiga amerikanska litteraturen om industriplanering och materialhantering ger ett klart be-lägg för, med vilket intresse hithörande frågor disku-teras i Amerika. Anledningen ligger i öppen dag. USA har världens högsta arbetslöner. Det gäller där mer än annorstädes att genom effektiv planering och mekanisering nedbringa den mänskliga arbetsin-satsen till ett minimum per produktionsenhet. De vä-gar amerikanska ingenjörer sökt sig fram på äro mycket lika de, som Ödeen och Frendin rekommenderat. I Randolph W Mallicks och Armand T Gau-dreaus utmärkta bok »Plant layout, planning and practice» kan man konstatera, att många av de för-slag, som lämnas av de svenska författarna, i Amerika redan synas vara allmänt vedertagna arbetsnormer. Här är ej platsen för en recension av boken ifråga, men några citat kan ge en uppfattning om dessa amerikanska principer.

»Att planera en verkstad eller varje annan till-verkningsenhet kan göras och görs ofta med samma vetenskapliga noggrannhet som man planerar en me-kanisk utrustning. En fabrik kan alltså planeras på basis av *förutbestämd kapacitet* och karaktär.»

»'Plant layout' får icke förväxlas med utförande av byggnadsritningar. När man bygger en ny fabrik gör man först en layout och sedan byggnadsritningar för att inhysa denna layout.»

»'Plant layout' är helt enkelt liktydigt med ett rationellt arrangement av maskineri och utrustning för en existerande eller tilltänkt industri.»

Op. nr	Operation	Avd.	Tim. per 100 st.	Maskiner m. m.
1	Vällning	B	25	Smidespress, valsverk o. ugn
2	Ändpressning ..	B	2	Excenterpress
3	Hålpessning ..	B	2	Excenterpress
4	Hårdning	C	32	Härddegel o. kylkar
5	Löpning	C	7	Anlöpningssugn
6	Riktning	C	10	Arbetsbänk
7	Maskinslipning	K	14	Slipmaskin I
8	Smärgling	K	22	Smärgelställning
9	Eggslipning	K	21	Slipmaskin II
10	Stämpling	K	3	Stämpelapparat
11	Hopsättning	K	24	Arbetsbänk
12	Paketering	V	10	Arbetsbänk

Fig. 1. Operationsschema.

Avd.	Antal tim./år	Antal produktionsställen (Siffror ange operationsnr.)	Antal arb.	Ovriga uppgifter
B	12 000	1 1 1	6	Beräknad råmaterialförbrukning:
B	1 500	2 o. 3	1	1 250 ton/år
C	16 500	4 4 4 4	8	Beräknad skrotmängd:
C	3 000	5 5	2	350 ton/år
C	4 500	6 6 6	3	Erforderligt halvfabrikatslager:
K	6 600	7 7 7 7	4	400 st. lådor av storleken
K	10 500	8 8 8 8 8	5	550 mm, 350 mm, 270 mm
K	10 500	9 9 9 9 9	5	
K	1 000	10	1	
K	11 100	11 11 11 11 11 11	6	
V	4 800	12 12 12	3	

Fig. 2. Kapacitetsschema.

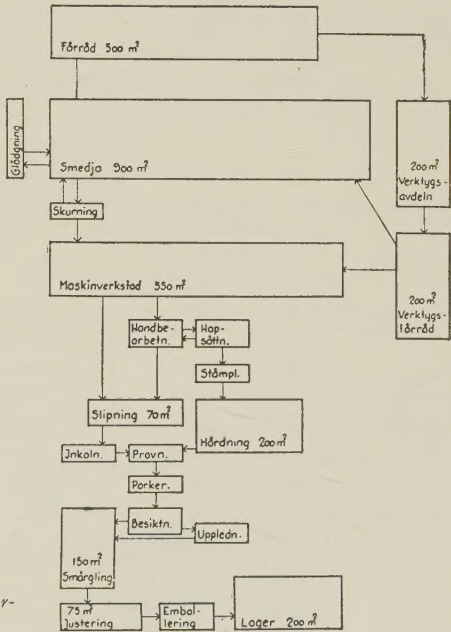


Fig. 3. Lokalstorleksschema.

»Analysen av en existerande layout eller planerandet av ett nytt projekt är i grund och botten ett ekono-miskt studium omfattande produkttrinitningar, mark-nadsundersökning, produktionsanalys, försäljnings-analys, tidsstudier, företagsstorlek, tomtareal, produk-tivt arbete, tillverkningsmaskineri och utrustning, ma-teriallagring, transportutrymme, verktyg, inventa-rier, produktionskontroll, materialhantering, tillverk-ningskostnader, fabriken belägenhet, fabriksbyggnad-er, anläggningskostnader och tillverkningsvinst.»

»Produkttrinitningarna lämnar utgångsmaterial för

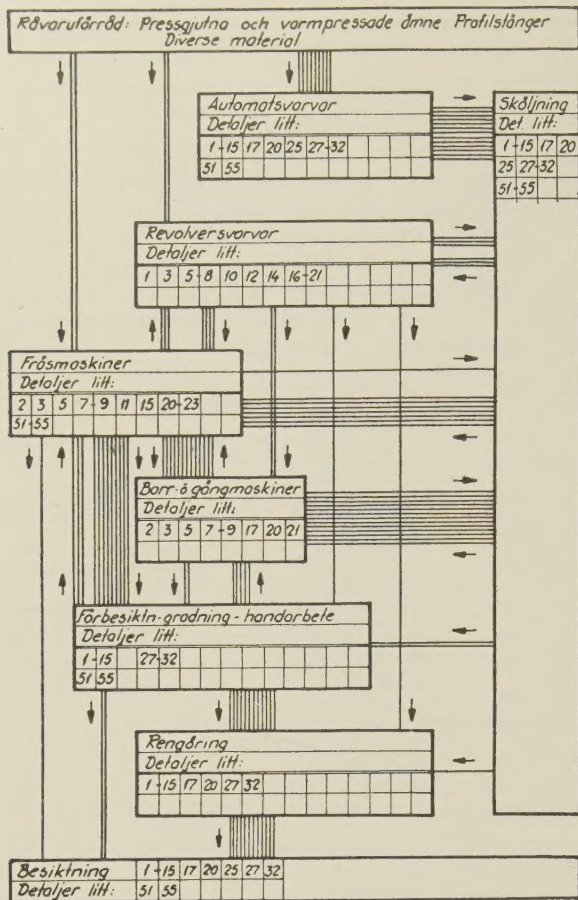


Fig. 4. Materialåtgångsschema. De produktionsgrupperna förbindande transportlinjerna svara till antal mot transporterad mängd gods vikt eller volym — per tidsenhet. Varje transportlinje anger i exemlet 10 dm³/skift.

produktionsanalys i operationsschema och materialförteckningar. Med utgångspunkt från operationsschema utföras tids- och metodstudier för att bestämma operationsföljd, typer av arbetsplatser och tider för de olika arbetsoperationerna, vilka i sin tur leda till val av rätt tillverkningsmaskineri och utrustning för produktionsvolymen.»

»Med föregående som utgångspunkt kartlägger plant layout-ingenjören produktionsflödet, förrådsutrymme, maskinuppställningar, utrustning för materialhantering, kraftförsörjning etc.»

»När en gammal anläggning vuxit ut med bihang åt alla håll gå driftskostnaderna upp. Företag med plant layout slår ut äldre. För höga produktionskostnader ge första impulserna till planeringsändring.»

Vem skall projektera industribyggnader?

Först lämnas ordet åt Mallick och Gaudreau:

»Ovanan att lämna plant layoutarbetet åt osakkunniga är i amerikansk industri av idag en av de

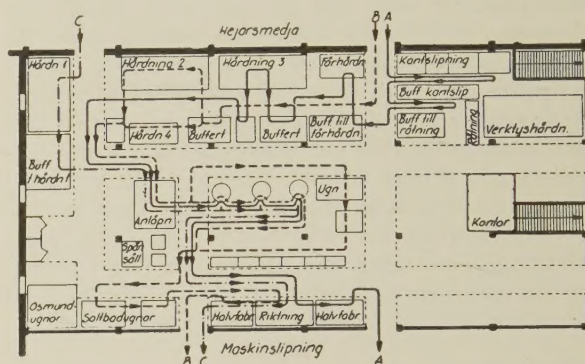


Fig. 5. (Ovan). Kontroll av lokalstorleksschema. Ex. hårdverksstad vid seriebetonad, blandad tillverkning. Kontrollen avser materialåtgången för tre typiska produkter A, B och C enl. operationsschema.

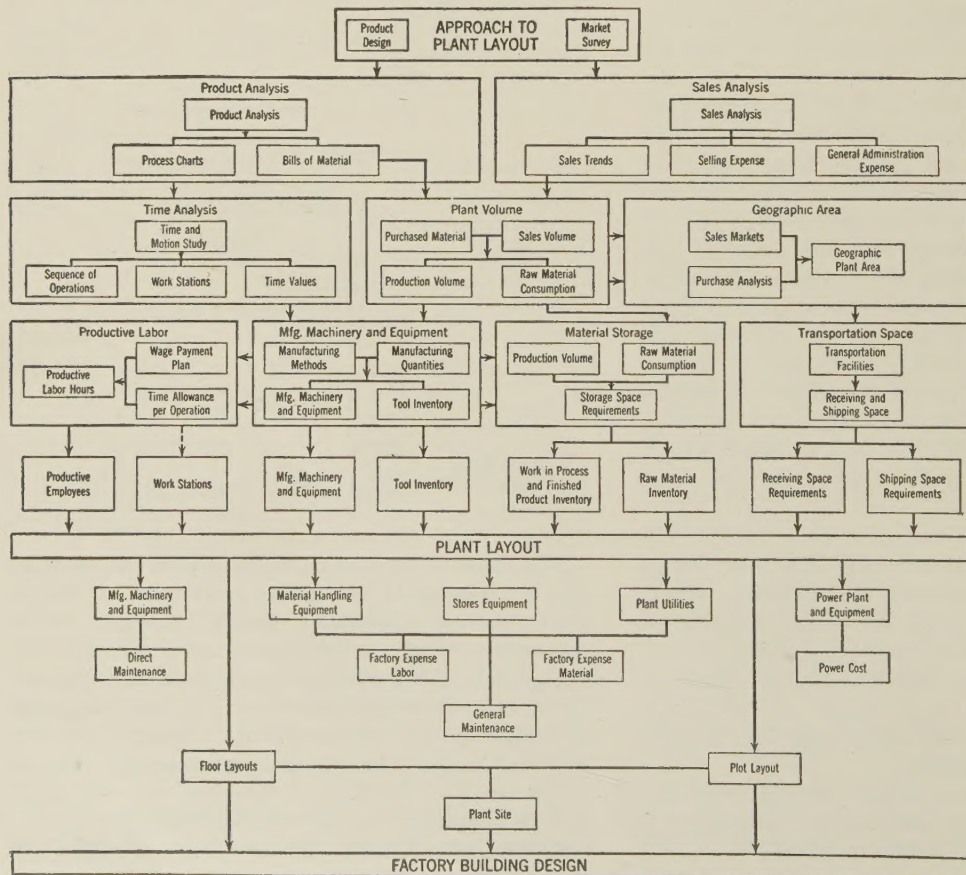


Fig. 4 och 5 ur »Industri-anläggnings projekt» Torsten Frendin, Handbok i industriell anläggningsteknik, del II kap. XVII.

Fig. 6. Förarbete för »plant layout» och byggnadsritningar. (»Plant layout, planning and practice» R W Mallick and T Gaudreau.)

största anledningarna till ineffektiv tillverkning med åtföljande förluster.»

Vilka kvalifikationer kräver då författarna för en »plant layoutman»? Svaret är följande:

1. Gedigen kunskap i de grundläggande vetenskaper-na fysik, kemi, matematik och mekanik (mekanisk teknologi) i självkostnadsberäkning och ekonomisk organisation samt ingående kännedom om principerna för maskinritningar och byggnadsritningar.
2. Aktuell kunskap om tids- och rörelsestudier, tillverkningens teknologiska processer, operationsanalys, tillverkningskontroll, och industriell organisation. Praktisk erfarenhet i industriell drift är särskilt önskvärd.
3. Förmåga att utveckla samordnade plantlayouter från den enskilda arbetsplatsen till en fullständig fabrik. Denna funktion inbegriper förmågan att disponera golvutrymme, maskin- och apparatutrustning, typer för utrustning för materialhantering och omfattning av transportutrustning, serviceanordningar och hjälpmedel för ett fullständigt projekt.
4. Erforderlig kunskap i utförande av ritningar för industribyggnader och byggnadskonstruktioner för att kunna realisera en layout, som ur praktisk och konstruktiv synpunkt följer gällande standard och bestämmelserna inom byggnadsområdet.
5. Erforderlig kunskap om maskintekniska och elektrotekniska principer för att kunna utveckla preliminär layout för serviceanordningar och centrala hjälpanordningar.
6. Förmåga att grundligt analysera utrustningen för materialhantering och förråds- och lagerhållningsmetoder för ett projekt och att utforma och specificera denna utrustning.
7. Analytisk förmåga att jämföra alternativa projekt och väga deras relativa förtjänster, innan de presenteras som slutliga förslag för företagsledningen.

En tekniker med ovanstående kvalifikationer liknar föga en svensk arkitekt eller väg- och vattenbyggare, snarare en mekanist med lång praktisk erfarenhet och med specialkunskaper i bl. a. arkitektur och byggnadsteknik. Eftersom Mallick och Gaudreau överhuvudtaget inte nämner arkitekter och väg- och vattenbyggare i detta sammanhang, får man väl antaga, att amerikanerna funnit industriprojektering vara en självklar uppgift för mekanister och industritekniker överhuvudtaget. Med så stränga krav på överlägsna kunskaper i alla frågor som står i direkt samband med den industriella driften, synes också detta vara en riktig slutsats. Kraven på kunskaper i arkitektur och byggnadsteknik behöver knappast ställas lika högt, eftersom plantlayoutingenjören i Amerika i regel inte synes driva sitt arbete längre än till färdiga byggnadsskisser, varpå byggnadsprojekteringen liksom hos oss överlämnas till arkitekter, väg- och vattenbyggare eller entreprenadfirmor — dock under plantlayoutingenjörers övervakning.

Ödeen och Frendin uppställer samma krav på en industriprojektörs kvalifikationer som sina ameri-

kanska kollegor. För att lösa utbildningsfrågan tänker de sig inrättandet av en ny studielinje vid våra tekniska högskolor. Detta vore givetvis en radikal lösning av problemet. Man kan hålla med om svårigheterna att av våra arkitekter och väg- och vattenbyggare genom fortbildningskurser skapa projektörer av den klass det här gäller, men frågan är, om inte vidareutbildning av mekanister skulle lättare lösa problemet. Med vidareutbildning menar författaren då ett eller ett par års studier i arkitektur, byggnadsteknik och byggnadskonstruktioner om möjligt vid de fackavdelningar, som redan finns vid våra tekniska högskolor. Om någon till äventyrs tvivlar på, att specialkunskaper inom så olika fack kan trivas tillsammans i en och samma person, kan ju som motbevis nämnas skeppsbyggaren, som är både mekanist, arkitekt och byggnadstekniker.

Kurskonferens i industriprojektering för väg- och vattenbyggare

Den nyligen avhållna industriprojekteringskursen i Getå avsåg icke att utbilda industriprojektörer (se Byggmästaren B II 1952). Så förmåten var icke kursledningen, att den inbillade sig, att en dryg veckas internatkurs skulle kunna fylla en sådan funktion. Däremot ville kursen klargöra problemställningarna och påvisa, vilket ansvar den påtager sig, som ger sig i kast med industriprojektering. Kan kursen därutöver bli början till ett opinionsskapande för bättre förståelse för frågan i hela dess vidd, har kursledningens förväntningar överträffats.

Naturligtvis kan även en så kort kurs som denna ge något direkt matnyttigt för den, som sysslar med byggnadsprojektering för industrien. Alla uppgifter har icke sådan svårighetsgrad, att icke även en tekniker med blygsammare kunskaper om industriens arbetsmetoder än ovan skisserats kan sätta sig in i och lösa dem på ett tillfredsställande sätt — förutsatt att han är fullt medveten om, vad uppgiften gäller.

En speciell aspekt på industriprojekteringen är tillbyggnadsfrågan. Denna negligeras i otrolig utsträckning av såväl industrifolk som konsulter. Särskilt mindre företagare slår sig gärna till ro med tanken, att den och den anläggningsstorleken räcker för min livstid för att kanske redan något år där-efter börja umgås med utbyggnadsplaner. Vart sådan brist på förutseende för, har vi sorgliga exempel på i äldre svensk industri och tyvärr även i yngre, ehuru av naturliga skäl ännu icke så iögonfallande. Konsultens ansvar för att tillräcklig uppmärksamhet ägnas detta problem betonades starkt på Getå-konferensen.

LITTERATURFÖRTECKNING:

- HANDBOK I INDUSTRIELL ANLÄGGNINGSTEKNIK. S Ödeen och T Frendin. Natur och Kultur 1949.
PLANT LAYOUT, PLANNING AND PRACTICE. Randolph W Mallick and Armand T Gaudreau. John Wiley & Sons, Inc. New York 1951.
LAYOUT PLANNING TECHNIQUES. John R Immer. Mc Graw Hill Book Company 1950.
PLANT LAYOUT AND MATERIALS HANDLING. James J Apple. The Ronald Press Company 1950.

FUNKTIONSANALYS — LOKALPLANERING — BYGGNADSPROJEKTERING¹

Av civilingenjör Olle Rimér DHS

DK 725.4

I nationalbudgetens investeringsprognos för 1953 har kostnaderna för byggnader och anläggningar för den egentliga industrien beräknats till 940 miljoner kronor. För att man skall få en god räntabilitet på dessa investeringar fordras, att anläggningarna byggs med effektiva arbetsmetoder och hjälpmedel och framför allt att de projekteras och utformas på ett sådant sätt att de medger en effektiv produktion. När maskinernas produktivitet och mekaniseringsgraden ökar, ökar också fordringarna på fabriksbyggnaden: byggnadskroppens utformning och olika byggnaders inbördes placering, interna kommunikationsmöjligheter, lokalernas planering, belysning, ventilation m. m.

Med hänsyn till de höga byggnadskostnaderna måste ett beslut om nybyggnad föregås av en noggrann undersökning av investeringens räntabilitet. En dylik undersökning kan läggas upp som en jämförelse mellan vad som kan ernås i förhandenvarande byggnader å ena sidan och i en idealt planerad nybyggnad å andra sidan. Som allmän regel kan man säga, att nybyggnad kan förordnas, när minskningen i produktionskostnaderna per år är större än årskostnaden för den nya fabriksbyggnaden. Vid denna jämförelse kan man emellertid icke ta hänsyn enbart till vad som kan mätas i kronor, utan man måste också försöka värdera sådant som bättre och bekvämare arbetsförhållanden, vilket kan resultera i högre arbetseffektivitet och medföra lättnader i anskaffningen av arbetskraft, minskat underhåll samt mindre risker för olycksfall i arbetet och driftsstörningar av olika slag.

Funktionsanalys

Projekteringen av en industrianläggning är en arbetsuppgift av samma art som konstruktionen av en bearbetningsmaskin eller en transportanordning. Man behöver samma form av arbetsunderlag och man går tillväga på i stort sett samma sätt. Innan man börjar konstruktionen av en komplicerad transportanordning bör man veta: Vad skall transporteras? Vilken form? Hur mycket? Transporthastighet? Intensitet? Hur länge? Vad får den kosta? etc. Man måste göra klart för sig hur anordningen skall fungera. Innan man börjar med arbetsritningarna och tillverkning av transportanordningen, gör man sedan detaljerade konstruktionsritningar och eventuellt modeller.

På samma sätt bör man göra en utförlig analys av de funktioner och behov som en industrianläggning skall fylla innan man börjar med utformandet

¹ Sammandrag av föredrag hållet vid konferens i Getå ang. Industriplanering, anordnad av Svenska Teknologföreningen och Svenska Väg- o. Vattenbyggares Riksförbund.

av byggnaderna och utarbetandet av byggnadsritningar: Vad användas till? Vilka produkter? Typ av tillverkning? Tillverkningsmetoder? Tillverkningskapacitet? Underleverantörer? Utgångsvara? Försäljningsorganisation? Tänkbara förändringar i tillverkningsprogrammet? etc. Denna funktionsanalys kan givetvis göras mer eller mindre omfattande alltefter anläggningens storlek, men det är av stor betydelse att den påbörjas i god tid före den egentliga projekteringen.

Funktionsanalysen skall ge svar på alla de frågor som kan bli aktuella i nästa steg — lokalplaneringen och resultatet av lokalplaneringen skall tjäna som direkt underlag för den egentliga byggnadsprojekteringen.

Produktionsplan

En produktionsplan — generalplan — eller produktionsbudget är en plan för företagets verksamhet för en kommande tidsperiod och utgöres av en sammanfattande analys av försäljningsförutsättningarna för företagets produkter, erforderlig och tillgänglig produktionskapacitet, behovet av material, arbetskraft, maskiner och övrig utrustning samt kapital.

Planen kan gälla verksamheten under det närmaste året, men det är givetvis en stor fördel, om den med någon noggrannhet kan avse en period på två, fem eller tio år, speciellt om den skall användas för planeringar av en nybyggnad av eller en genomgripande omgestaltning av produktionsapparaten.

Produktionsplanen bör vara fastställd av företagsledningen och resultatet av en ingående analys av samtliga funktioner inom företaget. Speciellt ur lokalplaneringssynpunkt bör bl. a. följande uppgifter vara behandlade:

1. Vilka produkter som skall tillverkas.
2. Antalet olika produkttyper.
3. Antalet enheter, som skall tillverkas av varje produkttyp per år.
4. I vilken utsträckning de olika detaljerna i produkterna skall tillverkas respektive inköpas.
5. I vilken utsträckning tillverkning på lager skall förekomma.

Produktförteckning

För att erhålla ett underlag för en lokalplanering sammanställs på basis av uppgifterna i produktionsplanen en produktförteckning. Denna skall ge ett mera detaljerat svar på frågan, vad som skall tillverkas, och upptager för varje produkt uppgift om

1. vilka olika detaljer, som ingår i varje enskild produkt,

2. antal enheter av varje detalj per produktenhet,
3. erforderligt material (materialslag och materialkvantitet) för varje detalj,
4. vilka detaljer, som skall tillverkas respektive inköpas,
5. antal enheter per detalj, som skall tillverkas per år, per månad och per dag,
6. identifikationsuppgifter för varje detalj (detaljbenämning och detaljnummer).

Det är en fördel om man i denna produktförteckning kan gruppera produkterna i ordningsföljd efter tillverkningskvantitet, antingen ur värde- eller viktsynpunkt.

Produktförteckningen kan i många fall inte göras så fullständig att den omfattar företagets hela tillverkning, utan man får i stället välja ut ett antal av huvudprodukterna som då bör utväljas så att de blir representativa för hela tillverkningen.

Lokalplanering

Industriföretagets tillverkning innefattar en förädling av råmaterial i olika tillverkningsprocesser, sammanfogning eller montering av olika detaljer till färdiga produkter samt kontroll av detaljer och färdiga produkter.

Man kan skilja mellan i stort sett två olika slag av tillverkning, nämligen kontinuerlig och intermittent. Vid kontinuerlig tillverkning undergår råmaterialet bearbetning i en serie av processer eller maskiner, som är uppsatta och arbeta såsom en enhet. Exempel härpå är tillverkningsprocessen i ett raffinaderi eller ett sockerbruk och överhuvudtaget flertalet processer inom kemisk-teknisk industri. Sambandet mellan olika maskiner är i regel bestämt av tillverkningsprocesserna, och följaktligen bygger hela företagets planlösning på dessa.

Vid industriföretag med intermittent tillverkning är tillverkningsprocesserna icke lika renodlade. I regel används flera råmaterial, produkterna som tillverkas är av olika konstruktion och fordra olika slag av bearbetning; operationsföljd, maskinplacering m. m. är icke entydigt bestämda av tillverkningsprocesserna. Industribyggnadernas utformning och planering, maskinernas placering och valet av transportmedel har här stor inverkan på produkternas tillverkningskostnad.

Lokalplaneringen blir i båda fallen i första hand ett transportproblem. Materialet transporteras från arbetsplats till arbetsplats, i första fallet i regel genom tvångsstyrda transportanordningar och i senare fallet manuellt eller genom transportanordningar av olika slag.

Om man renodlar allt transportarbete eller hanteringsarbete för tillverkning av en viss produkt, finner man att kostnaderna härför är av storleksordningen 30 % av arbetskostnaderna. Härav inser man, vilken betydelse en rätt upplagd och väl genomförd lokalplanering har för en effektiv tillverkning.

En andra och lika viktig uppgift för lokalplaneringen är avvägningen av olika delar av tillverkningen och olika tillverkningsprocesser för en viss produkt. Endast om kapaciteten för olika maskiner,

maskingrupper eller arbetargrupper är rätt avvägd kan dessa utnyttjas med den lägsta möjliga totalkostnaden.

Lokalplaneringen kan därför sägas syfta till att genom en avvägning och samordning av olika delar av produktionsapparaten skapa möjligheter för en harmonisk och balanserad produktion, där lägsta möjliga transportkostnad ger lägsta möjliga tillverkningskostnad.

Betydelsen av en väl genomförd lokalplanering visar sig i lägre tillverkningskostnader, främst på grund av följande omständigheter:

1. Minskade kostnader för hantering och transport av material och detaljer.
2. Minskade kvantiteter av produkter i arbete och därmed lägre räntekostnader för det häri investerade kapitalet.
3. Kortare genomloppstid för produkterna, och därigenom lägre kostnader för konstruktionsändringar, samt kortare leveranstider.
4. Minskad förrådshållning av rå- och hjälpmaterial.
5. Minskad lagerhållning av inköpta och tillverkade halvfabrikat.
6. Bättre utnyttjning av maskiner och arbetare.
7. Minskat lokalutrymme.
8. Effektivare arbetsledning.
9. Förenklad produktionsplanering och produktionskontroll.

Lokalplaneringens innebörd

Orsaken till att ett industriföretag planerar en nybyggnad är ofta att en ökad tillverkningsvolym eller att upptagandet av nya produkter kräver ett ökat lokalutrymme. I sådana fall föreligger två möjligheter, nämligen en tillbyggnad av den gamla anläggningen eller en hel nybyggnad. Företagsledningen bör därvid ha klart för sig, att en väl genomtänkt och väl utförd lokalplanering av hela företagets tillverkning ofta kan skapa möjligheter för en ökad tillverkningskapacitet med ett mindre lokalbehov än tidigare.

Av vikt är även att man har klart för sig, att man vid uppförande av en ny byggnad erhåller en fast kostnad, som måste slås ut på tillverkade produkter under en följd av år och vilken kostnad i regel icke går att minska. Ändamålsenligheten i byggnader och planlösningar är därvid avgörande för storleken av denna kostnad. Noggrannheten i förberedelsearbetet före en nybyggnad är därför av mycket stor betydelse för en effektiv och ekonomisk tillverkning i fortsättningen.

Detta förberedelsearbete kan sammanfattas i följande punkter:

1. Utforma de enskilda arbetsplatserna.
2. Fastställa de olika arbetsplatsernas kapacitet och inbördes läge i varje enskild tillverkningsprocess.
3. Samordna de olika tillverkningsprocesserna lokalt och beträffande kapacitet samt fastställa lokalbehovet respektive inpassa dem i redan befintliga lokaler.

4. Bestämma kapacitet och läge för ledningar för vatten, ånga, värme, luft, elektrisk energi, avlopp o. d.
5. Utarbeta bestämmelser för belysning, ventilation m. m.
6. Bestämma kapacitet och läge för fasta transportanordningar.
7. Fastställa arten och omfattningen av övriga transportmedel.
8. Bestämma storlek, läge och planlösning för hjälpavdelningar såsom varumottagning, godsavsändning, förråd och lager.
9. Bestämma storlek, läge och planlösning för indirekta avdelningar såsom verktygsavdelning, modellsnickeri och reparationsavdelning.
10. Bestämma storlek, läge och planlösning för administrativa avdelningar, lunchrum, omklädningsrum, tvättrum m. m.
11. Bestämma inbördes läget av de olika i anläggningen ingående byggnaderna.

Tillverkningsprocesserna och lokalplaneringen

Den bestämmande faktorn vid planering av ett företags lokaler är den produkt, som tillverkas. Materialets väg från inkommande expedition, genom olika tillverkningsprocesser fram till den färdiga produkten bör vara den linje, kring vilken produktionsapparaten byggs upp.

Vid kontinuerlig tillverkning, där produktens form och konstruktion är avgörande för operationsföljden, blir det tillverkningsprocessen, som helt bestämmer planeringen av lokalerna. Vid alla andra slag av tillverkning däremot är sambandet mellan tillverkningsprocess och lokalplanering icke lika givet. Så snart tillverkningen avser flera produkter eller produkter, som är sammansatta av ett flertal olika detaljer, uppkommer det fall, där det för vissa arbetsoperationer i de olika tillverkningsprocesserna erfordras samma slags maskiner. I sådana fall blir det tillverkningskvantiteten som får avgöra, om det är ekonomiskt att anskaffa flera uppsättningar av likadana maskiner, eller om de olika produkterna eller detaljerna skall bearbetas i samma maskin. Ju flera olika produkter eller detaljer, som tillverkas, desto större avsteg måste man göra från den ideala tillverkningslinjen från råmaterial till färdig produkt. Slutligen kommer man till en punkt, där det visar sig vara mera ekonomiskt att sammanföra maskiner av samma slag till maskingrupper eller avdelningar och låta materialet förflyttas från avdelning till avdelning. Maskinutnyttjningen blir här effektivare medan materialets transportväg blir längre. Denna form för lokalplanering är typisk för exempelvis mekanisk industri för blandad tillverkning, där alla svarvar sammanförts i en avdelning eller maskingrupp, alla fräsmaskiner i en annan, alla slipmaskiner i en tredje osv.

I vissa fall måste man vid lokalplaneringen taga speciell hänsyn till enstaka maskiner eller arbetsoperationer, exempelvis tunga maskiner, som fordrar särskilt fundament, maskiner eller mätverktyg, som är känsliga för vibrationer eller temperaturväxlingar,

arbetsoperationer, som orsakar buller eller är dammbildande eller där explosionsfara föreligger.

Trots att man sålunda i många fall vid lokalplaneringen måste avvika från den ideala tillverkningslinjen, bör dock denna vara fastställd och i princip bestämma planlösningen.

Kartläggning och studium av tillverkningsprocesserna

En överskådlig bild av tillverkningen av en sammansatt produkt får man i ett operationsschema av det slag som visas i figur 1. I detta upptages samtliga detaljer som ingår i den färdiga produkten och samtliga bearbetnings-, monterings- och kontrolloperationer, som utförs på de olika detaljerna. Detta schema ger en bild av *arbetsmetoden*, sambandet mellan de olika arbetsprocesserna och hur de olika detaljerna sammansätts till den färdiga produkten.

Operationsschemat återger emellertid endast arbetsoperationerna och icke vad som händer mellan de olika operationerna. För att få en bild av tillverkningen ute i fabriken gör man en processanalys av varje arbetsprocess på det sätt som visas i figur 2. Här följer man arbetets gång från början och till slut och noterar varje arbetsmoment. Om denna processanalys, som ger en bild av tillverkningen i tidsföljd, kompletteras med ett flödesschema över samma arbetsprocess dvs. en beskrivning av arbetets gång lokalt, har man en god översikt av arbetsprocessen. Detta flödesschema kan även göras i form av en perspektivskiss, vilket är mycket fördelaktigt när det förekommer vertikala transporter (jämför figur 3).

Ett mycket viktigt komplement till den grafiska framställningen av tillverkningsprocesserna är den siffermässiga belysning, som kan erhållas genom bearbetning av inom företaget tillgänglig statistik. Denna statistik kan omfatta tillverkningskvantiteter och tillverkningstider, stilleståndstider, transporttider samt tillverknings- och transportkapacitet hos maskiner och transportanordningar.

När man på detta sätt skapat sig en bild av materialflödet och operationsföljden i en tillverkningsprocess, studeras de olika arbetsoperationerna i syfte att förenkla desamma. Därvid undersökes om några av arbetsoperationerna kan elimineras, om två eller flera av dem kan kombineras, om operationsföljden med fördel kan ändras eller om någon av de enskilda operationerna kan förenklas. Arbetsmetoden är härvid densamma som vid all arbetsförenkling.

Sedan de olika tillverkningsprocesserna studerats och förenklats uppritas nya processchema. Då dessa skall ligga till grund för den nya lokalplaneringen, böra de kompletteras med uppgifter om operationstider, transportkvantiteter, transportavstånd och transportdon. Dessa uppgifter bör vara så noggranna som möjligt, och när det gäller operationstiderna bör de helst vara baserade på tidsstudier.

I företag, som tillverkar ett stort antal produkter eller detaljer eller där man har flera olika typer av samma produkt, kan man givetvis inte rita upp processchema för alla tänkbara fall. Här får man i stället välja ut några tillverkningsprocesser, som är representativa för hela tillverkningen och som täcker större

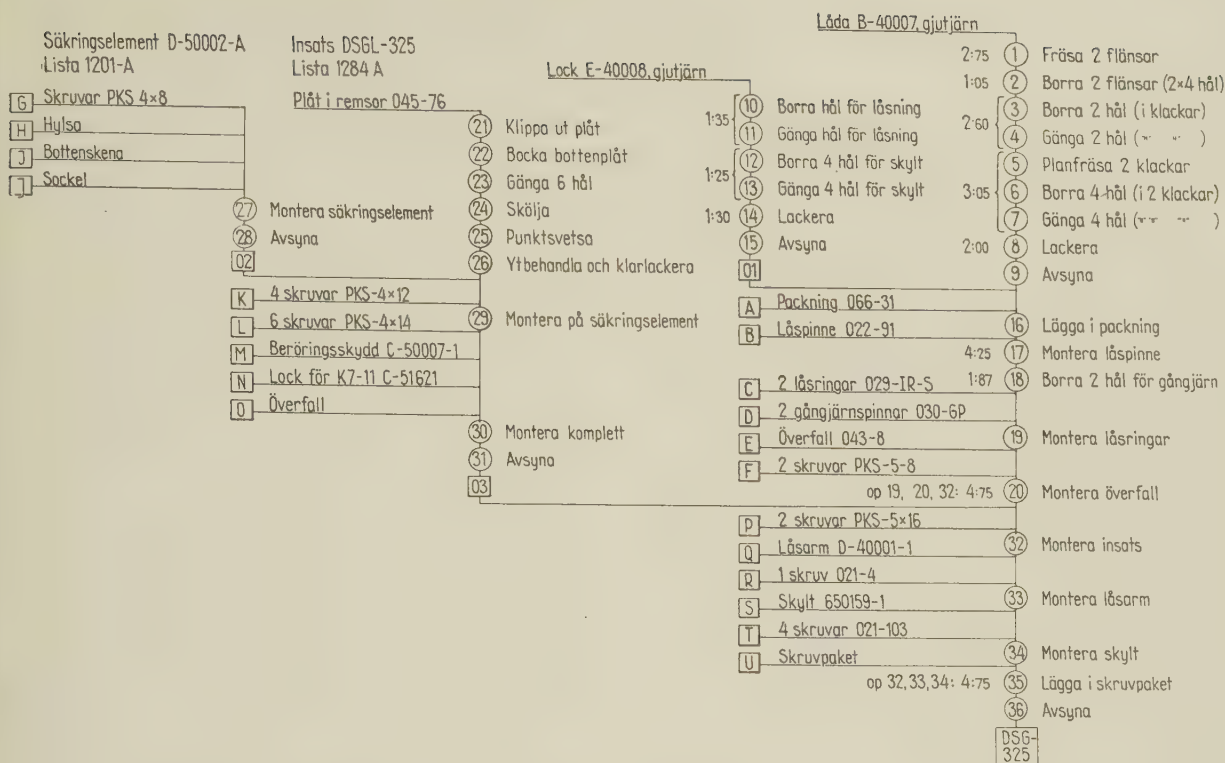


Fig. 1. Operationsschema över tillverkningen av en säkringslåda till en fördelningscentral.

PROCESSANALYS					Anslutning	
Arbetsgång	Transport	Kontroll	Uppställning	Loggning	Material	Minuter
Tillverkningen av murtegel vid Nora tegelbruk						
Samarbruk					5,9,50	0,8
1	Gräva upp lera. Grävmaskin.					
2	Transportera lera till bruket. Tippragnar på rals.					
3	Bearbeta och inblanda tillägsmedel.					
4	Forma och skära av tegelsträng.					
5	Stapla råtegel på vagn.					
6	Transportera råtegel till torklada, vagnar på rals.					
7	Stapla stenar i öppen torklada.					
8	Skilja lera stenar i torklada.					
9	Torka.					
10	Placera stenar på vagn.					
11	Transportera till mellanlager.					
12	Stapla stenar i mellanlager.					
13	Lagra i mellanlager.					
14	Lasta stenar på karrar vid mellanlager.					
15	Transportera till brännugn.					
16	Stapla stenar i brännugn.					
17	Mura igen port.					
18	Bränna.					
19	Riva port.					
20	Lasta stenar på karrar i brännugn.					
21	Transportera stenar till färdiglager.					
22	Stapla stenar i färdiglager.					
23	Lagra.					
24	Lasta stenar på lastbil.					
25						

Fig. 2. Processanalys: tillverkningen av murtegel vid ett tegelbruk.

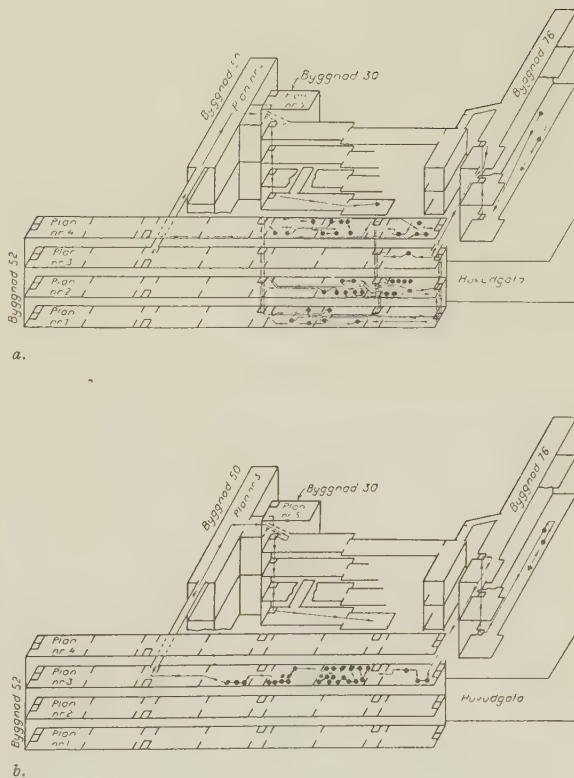


Fig. 3 a och b. Tillverkningsgången skådliggjord i perspektivskiss.

delen av tillverkningskvantiteten för de detaljerade studierna, och sedan studera de avvikelser från dessa rutiner, som förekommer för övriga detaljer.

Studiet av tillverkningsprocesserna skall utmynna i följande:

1. Bestämma erforderliga bearbetnings-, kontroll- och monteringsoperationer samt operationsföljden.
2. Bestämma maskintyp för de olika bearbetningsoperationerna.
3. Utvälja lämpliga arbetsverktyg, jigger, fixturer och mätverktyg.
4. Fastställa operationstider för de olika arbetsoperationerna.
5. Upprätta en operationslista för varje detalj, som skall tillverkas.

Tillverkningskapaciteten

Tillverkningskapaciteten har i princip bestämts av företagsledningen i samband med diskussionen om omfattningen av företagets verksamhet och fastställandet av produktionsplanen. Med utgångspunkt från den produktförteckning, som utarbetats på basis av produktionsplanen, beräknas vilka maskiner, som skall finnas och antalet av varje typ, vilka transportmedel och transportanordningar, som skall användas och erforderlig kapacitet hos dessa, samt antalet arbetare.

Målet vid beräkningen av tillverkningskapaciteten bör vara att skapa en maximal utnyttjning av arbetskraft, maskiner och övrig utrustning med ett minimum av material och produkter i arbete. Detta kan endast ske genom en rätt avvägning av olika delar av tillverkningen och ett ändamålsenligt genomförande av transporter mellan olika arbetsoperationer.

Utgångspunkten vid beräkningen av antalet maskiner är:

1. Vad som skall tillverkas, dvs. arbetsmängden uttryckt i antal enheter och antal bearbetningstimmar uppdelade på olika maskintyper.
2. Den tid maskinerna skall användas i tillverkningen.
3. Tillverkningskapaciteten hos varje maskintyp.

Arbetsplatsens utformning

Vid planeringen av ett industriföretags lokaler bör, som tidigare nämnts, materialflödet genom tillverkningen vara den linje, kring vilken lokalplaneringen byggs upp. Materialet passerar på sin väg genom företaget inkommande expedition, materialförråd olika arbetsplatser för bearbetning, kontroll, montering och förpackning, halvfabrikat- eller helfabrikat-lager samt utgående expedition.

Då materialets genomloppstid ur kostnadssynpunkt bör vara den kortast möjliga, bör de avbrott i materialflödet, som uppstår på de olika arbetsplatserna, göras så korta som möjligt. Planlösningens ändamålsenlighet är därför i hög grad beroende av utformningen av de enskilda arbetsplatserna.

Arbetsplatsen bör byggas upp kring produkten och maskinen respektive arbetaren vid bänk-, monterings-

eller kontrollarbete. Vid varje arbetsplats skall finnas tillräckligt utrymme för:

1. Inkommande material eller halvfabrikat.
2. Arbetaren. Om arbetet kan utföras i sittande ställning, bör utrymme finnas för en arbetsstol.
3. Maskinen eller, vid bänkarbete, montering, kontroll eller liknande arbete, ett arbetsbord eller en arbetsbänk.
4. Verktyg, jigger och fixturer.
5. Fasta transportanordningar för transport av detaljer mellan olika arbetsplatser.
6. Tillfälliga transportanordningar, där sådana erfordras för tunga arbetsstycken, exempelvis ett lyftblock.
7. Utgående detaljer. Även här bör utrymmet avpassas efter de maximikvantiteter, som kan tänkas förekomma.
8. Arbetsbord för ritningar, mätverktyg etc.

Arbetsplatsens placering

För att få den kortast möjliga genomloppstiden bör arbetsplatserna placeras så inbördes och i förhållande till inkommande och utgående expedition samt förråd och lager, att även transportsträckan blir så kort som möjligt. Vidare bör om möjligt arbetsplatserna placeras så i förhållande till varandra, att transporten av detaljer dem emellan kan ske genom fasta transportanordningar — glidbanor, rullbanor eller liknande — eller genom att den ena arbetaren placerar den så, att de direkt kan tagas av nästa arbetare.

I den mån rörliga transportmedel måste användas, bör detaljerna placeras intill maskinen så, att på- och avlastning kan ske med ett minimum av hanteringsarbete. Det är härvid av vikt att man tillser, att tillräckligt utrymme finns nära arbetsplatsen för truck eller annat transportdon samt för de förvaringslådor, transportpallar eller dylikt som erfordras för transporten.

Lokalplaneringens genomförande

Arbetsgången vid lösningen av lokalproblem beror givetvis på, om det avser planering av en del eller av hela tillverkningen, om omplanering skall göras av redan befintliga lokaler eller om det gäller planering av nya lokaler, om planeringen skall göras med befintliga eller nyanskaffade maskiner och transportanordningar, om planeringen gäller produkter, som är under tillverkning eller helt nya produkter etc. Vid alla dessa fall förekommer dock följande steg:

1. Klarlägga tillverkningsförutsättningarna:
 - kartlägga tillverkningsprocesserna
 - fastställa erforderlig tillverkningskapacitet
 - fastställa principerna för maskinplacering
 - studera transportsystemet (transportvägar, transportmedel, transporterade kvantiteter m. m.)
2. Utarbeta förslag till planlösning
 - med ritningar
 - med mallar eller
 - med modeller

3. Kostnadsberäkna olika förslag.
4. Diskutera olika förslag med företagsledning, arbetsledare och arbetare.
5. Uppgöra ritningar över det slutgiltiga förslaget.
6. Upprätta instruktioner för omplacering av maskiner m. m.

Planeringsmetoder

Planering med hjälp av ritningar

Man startar arbetet vid en lokalplanering med att upprätta planskisser över nuvarande lokaler med befintliga maskiner, arbetsplatser, transportanordningar m. m. inritade. När det gäller att utarbeta förslag till nya planlösningar används i vårt land i regel samma metod med ritningar och skisser trots att metoden med mallar och modeller alltmer börjar komma till användning.

Att arbeta enbart med skisser och ritningar medför vissa nackdelar. Sålunda kan detaljer, som fordra tre dimensioner för att kunna studeras, lätt förbises eller också felbedöms deras inverkan på planlösningen. Genom att det är relativt arbetskrävande att göra upp fullständiga planritningar är det även en viss risk att antalet förslag, som undersöks och diskuteras blir färre än om man använder mallar eller modeller.

Den största nackdelen med att enbart använda ritningar är emellertid, att det fordras en viss träning och erfarenhet för att kunna översätta planlösningarna till tre dimensioner och att rätt kunna bedöma fördelar och nackdelar hos olika förslag. Den som har utarbetat de olika förslagen har lätt att jämföra och värdera olika alternativ men vid diskussioner med företagsledningen och övriga instanser inom företaget kan det lätt bli helt andra skäl än sakska, som faller avgörandet. Diskussionerna kan även försvåras genom att även för mindre ändringsförslag och justeringar nya ritningar måste göras upp.

I många fall visar det sig dock lämpligt att arbeta med ritningar, speciellt när det gäller mindre ändringar i lokalernas disposition eller i mindre företag, där den som utarbetar förslagen är väl insatt i tillverkningsförhållandena och kanske själv är ansvarig för lokalplaneringen.

Planering med hjälp av mallar

Vid denna metod använder man mallar för att markera maskiner, arbetsbänkar, transportanordningar, upplagsplatser m. m. Med hjälp av dessa mallar utarbetar man på planskisser över lokalerna olika förslag till planlösningar.

Gäller det en omplanering av befintliga lokaler inritas på ritningarna dörrar, fönster, pelare, trappor m. m. Vid planering av nya lokaler är man endast bunden av ekonomiska spännvidder, pelaravstånd o. d. För att underlätta maskinplaceringen förses planskisserna med ett kraftigt rutnät; lämpligast är 2 centimeters rutor (motsvarande 1 meter i verkligheten).

Om lokalplaneringen göres på ett transparent papper har man möjlighet att genom genomlysning taga kopior av de olika förslag som utarbetas. Mallarna måste härvid fästas vid ritningen på något sätt,

exempelvis genom att man på mallens undersida häftar fast en klisterremsa av den typ man använder på ritkontor.

Mallarna kan tillverkas av kartong, celluloid eller tunn plywood. Lämpligaste skala är 1:50. Mallarna skall vara försedda med de identifikationsuppgifter som erfordras, i första hand benämning och nummer på den maskin mallen representerar.

Mallarna kan vid planeringsarbetet fästas vid underlaget med häftstift, nålar eller med klisterremsor såsom ovan beskrivits.

Det finnes även i handeln färdigtillverkade mallar, som är försedda med en magnet, som under planeringsarbetet fasthåller mallen vid ritningen, om denna placeras mot en metallplatta.

För transportanordningar kan man använda mallar av liknande slag, eventuellt i kombination med band eller trådar av olika färg för att markera spår, banor, ledningar eller dylikt. Mallar för truckar och övriga transportdon används för kontroll av att tillräckligt utrymme för lastning, lossning, möten etc. finnes.

För markering av arbetare kan man använda nålar med olika färger för manliga och kvinnliga arbetare. Varje nål markerar ett utrymme av ungefär en halv meter i fyrkant. Nålarna kan även monteras på mallar av $\frac{1}{2}$ cm i fyrkant.

För markering av transportvägarna, vilket bör ske såsom ett av de första stegen vid lokalplaneringen, kan man antingen rita direkt på planskissen eller också använda band av färgat papper.

Det är en stor fördel, om man med mallar eller på annat sätt kan markera det utrymme, som erfordras för mellanlager, inkommande och utgående material vid en arbetsplats eller för en avdelning, verktygsförråd, mindre förråd av färdiga detaljer och liknande.

I många fall kan det vara fördelaktigt att vid lokalplanering med mallar utnyttja färger för att uttrycka vissa speciella förhållanden. Sålunda kan man använda olika färg på mallar för redan befintliga maskiner och för sådana som måste anskaffas och man kan genom särskilda färger markera olika tillverkningsprocesser eller olika produkter eller ansvarsområdena för olika verkstäter.

Vanligen gör man ett flertal olika förslag, innan man kommer fram till den lösning, som man tänker framlägga för företagsledningen såsom slutgiltigt förslag. Om man låter göra en fotostatkopiering av varje förslag och till denna fogar en kort kommentar med fördelar och nackdelar, utrymmesbehov, kostnader m. m. har man ett utmärkt underlag för diskussion av och jämförelse mellan olika alternativ.

Sedan förslaget fastställts av företagsledningen fästes mallarna (med klistre) på planritningen och denna fästes sedan upp på kartong eller plywood. Vid kommande ändringar av maskinplaceringen kan det nämligen vara värdefullt att ha tillgång till den ursprungliga planlösningen.

Planering med hjälp av modeller

Vid större uppgifter är planering med hjälp av ritningar tidkrävande och mindre effektiv. Användningen av mallar och kopiering av olika förslag genom

fotostatkopiering erbjuder större möjligheter till lägre kostnader men först vid användning av modeller av arbetare, maskiner och övrig utrustning har man möjlighet att framlägga till bedömande ett förslag som mycket nära ansluter sig till de förhållanden som senare kommer att råda i verkligheten. Företagsledningen kan mycket lätt sätta sig in i olika förslag och genom den stora överskådligheten snabbt skapa

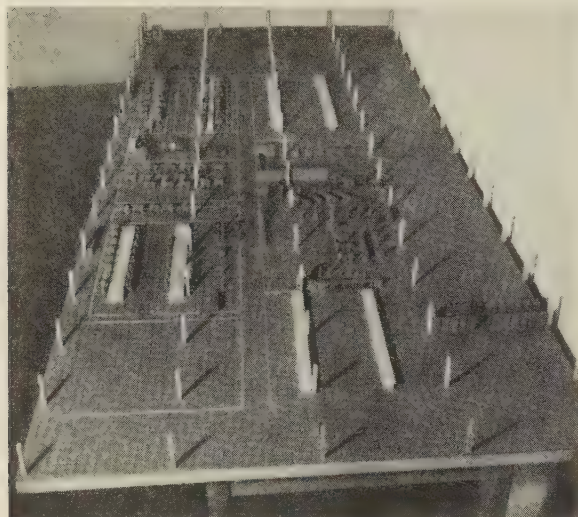


Fig. 4. Lokalplanering med hjälp av modeller.

sig en uppfattning om transportvägar, mellanlager, reservutrymmen och liknande.

Planering med hjälp av modeller ger en större effektivitet åt planeringsarbetet, det är roligare och man kommer snabbare till ett bra resultat. Man får givetvis en viss kostnad för modellerna men denna blir en obetydlig del av byggnadskostnaderna och i regel blir de totala planeringskostnaderna lägre och resultatet bättre än vid de andra två metoderna. En nackdel är det att man inte kan köpa färdiga modeller i Sverige utan måste tillverka för varje särskilt fall. I USA däremot finns i marknaden modeller för bearbetningsmaskiner, transportanordningar, kontorsmöbler m. m. av alla slag.

Byggnadsprojekteringen

Med det underlag som erhålles genom lokalplaneringen utföres så själva byggnadsprojekteringen. I viss utsträckning bör lokalplaneringen och byggnadsprojekteringen ske parallellt, då lokalplaneringen påverkas av exempelvis byggnadens form (enplans- eller flerplansbyggnad), pelaravstånd och takhöjd. Vidare bör det givetvis råda ett intimt samarbete mellan den som utför lokalplaneringen och olika specialister som är inkopplade på projekteringsarbetet, byggnadskonstruktörer och konsulter för värme, ventilation, vatten, avlopp, stark- och svagström etc.

MODERN MATERIALHANTERING OCH INTERNA TRANSPORTER¹

Vilka byggnadstekniska faktorer påverkas härav?

Av civilingenjör Erik J Lindström

Det andra världskrigets väldiga transport- och materialhanteringsproblem framtvingade ett intensivt studium av materialhanteringstekniken. Det gick åt alldeles för mycket folk vid lastning och lossning av fartyg i hamnarna, att järnvägsvagnarna fick stå stilla för länge på stationerna och att godset hopades i magasinerna. Man måste finna en lösning på detta problem, om man skulle få någon möjlighet att förse trupperna med förnödenheter i rätt tid.

Det är mot denna bakgrund vi skall se den revolution på hanteringsteknikens område, som realiter skett under de sista tio åren. Det talas numera mycket om materialhantering. Vad är det?

Begreppet materialhantering kan definieras som förflyttning av material till, från eller inom arbets-

platser, upplag eller fordon. Genom denna definition erhålles en avgränsning mellan materialhantering och begreppet interna transporter.

Med interna transporter avses förflyttningen av fordon och redskap o. dyl. mellan olika arbetsplatser eller olika byggnader inom ett företag, belägna i anslutning till varandra.

Vad är det som skiljer modern materialhantering från äldre? Man kan säga att den väsentligaste skillnaden är, att man i den moderna söker *likheten* i hanteringsmetoderna för *olika* produkter där man i äldre tider alltid betonat olikheten. Sålunda ansågs det förr otänkbart att kunna hantera t.ex. säckat gods på samma sätt som lådor med livsmedel eller ammunition eller djurkroppar styckade i $\frac{1}{4}$ -parter.

Utmärkande för den moderna materialhanteringen är: Godshantering i stora enheter, enhetslastprincipen samt användning av mekaniska hjälpmedel. Dagens diskussion kretsar framförallt kring enhetslast-

DK 725.4:658.28

¹ Sammandrag av föredrag hållet vid konferens i Getå ang. Industriplanering, anordnad av Svenska Teknologföreningen och Svenska Väg- o. Vattenbyggares Riksförbund.

principen. Enhetslasten kan definieras såsom ett antal mindre kolli sammanstaplade så att de kan hanteras som en enhet av lämpligt transportdon. I allmänhet är dessa kollin upplagda på pallar, men även andra metoder finns att åstadkomma enhetslaster.

Det finns en svensk standardpall med dimensionerna 1219×813 mm och 150 mm höjd. Denna standardpall har tillkommit bl. a. för att uppnå enhetlighet i utformningen av hanteringshjälpmedel och också för att främja standardiseringen av emballaget så att bästa utnyttjning av pallytan kan uppnås. Fig. 1 visar en enhetslast av wellpappkartonger uppbyggd på pall.

Standardpallen kan även förses med s. k. lastkragar, staplingskragar eller containerenheter för att möjliggöra anordnandet av enhetslaster av oregelbundna produkter. Fig. 2 visar en container.

Tack vare pallar och container är det möjligt att bygga enhetslaster av godsslag som eljest ej skulle kunna staplas eller kunna uppta belastningen av ovanpå stående enhetslaster. Då pallarna utsättes för stora hanterings- och belastningspåkänningar måste de utföras i stabil konstruktion. Genom standardiseringen kan masstillverkning komma till stånd med därav följande möjlighet till lägre priser. Nackdelarna med användning av pallar är dels den investering som nödvändiggöres vid anskaffandet av dessa och dels att de tar ett relativt stort utrymme i anspråk i lager och dylikt. Som fördel för pallsystemet utöver vad som ovan sagts kan anföras att pallarna ger stabila underlag för enhetslasterna och att de möjliggör mycket enkel hantering med hjälp av gaffeltruck eller likartat hanteringshjälpmedel.

För att undvika pallkostnaderna försöker man utforma enhetslaster utan pallar. Härvid användes ofta stålband, järntråd eller dylikt såsom sammanhållande element ibland med trälåkt eller liknande så att en fixerad enhetslast erhålles. Fig. 3 visar exempel härpå.

Med *enhetslastprincipen* avses dels denna sammanställning av godset till enhetslaster dels dessas hantering och transport i obrutet skick genom så många som möjligt av de transportled, vilka godset i alla fall måste passera.

Fig. 4 visar jämförelse mellan å ena sidan enstycks-hantering av olika kolli och å andra sidan enhetslaster hanterade med gaffeltruck. Man ser hur under de olika lastnings- och lossningsoperationerna varje kolli måste hanteras för sig i det första fallet och därigenom kräver mycket arbete. I det andra fallet tas enhetslasten, innehållande ett stort antal kolli, och transporteras med gaffeltruck samt ställs upp i mellanlager för att sedan överföras till andra transportdon resp. in i produktionen.

Av alla de mekaniska hjälpmedel som modern materialhantering skapat är gaffeltrucken utan tvivel det mest generellt användbara. Den kan vara elektriskt driven eller försedd med bensin- eller dieselmotor och kan sålunda köras såväl inom- som utomhus. Fig. 5 a visar en modern gaffeltruck med klämaggregat under högstapling av pappersmassabalar. På fig. 5 b visas hur en gaffeltruck sätter enhetslast på bil.

Gaffeltrucken är främst avsedd att hantera och högstapla gods. I den mån rel. långa horisontella



Fig. 1. Enhetslast av wellpappkartonger uppbyggd på pall.

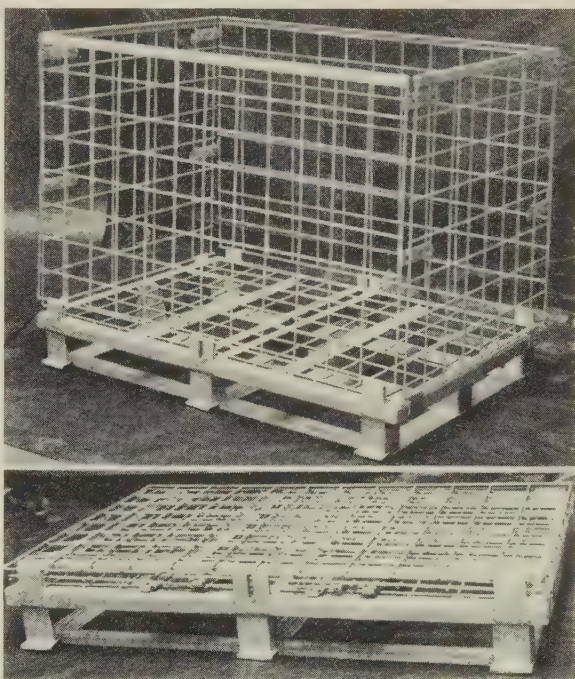


Fig. 2. Container.

Fig. 3. Enhetslast fixerad med stålband.



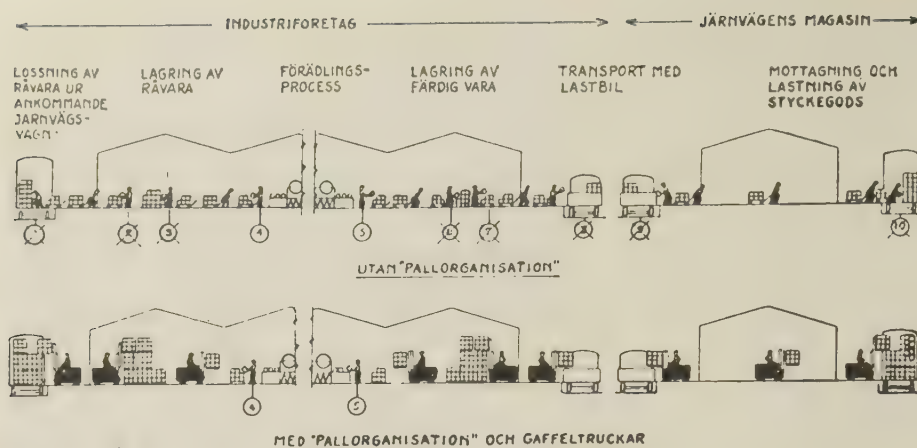


Fig. 4. Jämförelse mellan å ena sidan enstyckshantering av olika kolli och å andra sidan enhetslaster hanterade med gaffeltruck.



Fig. 5 a. Modern gaffeltruck med klämaggregat under högstapling av pappersmassbalar.

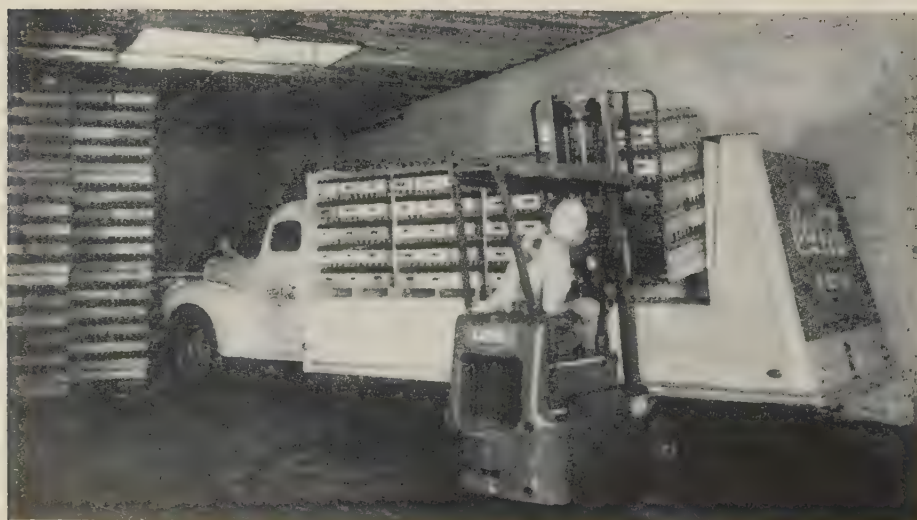


Fig. 5 b. Gaffeltruck som placerar enhetslast på bil.

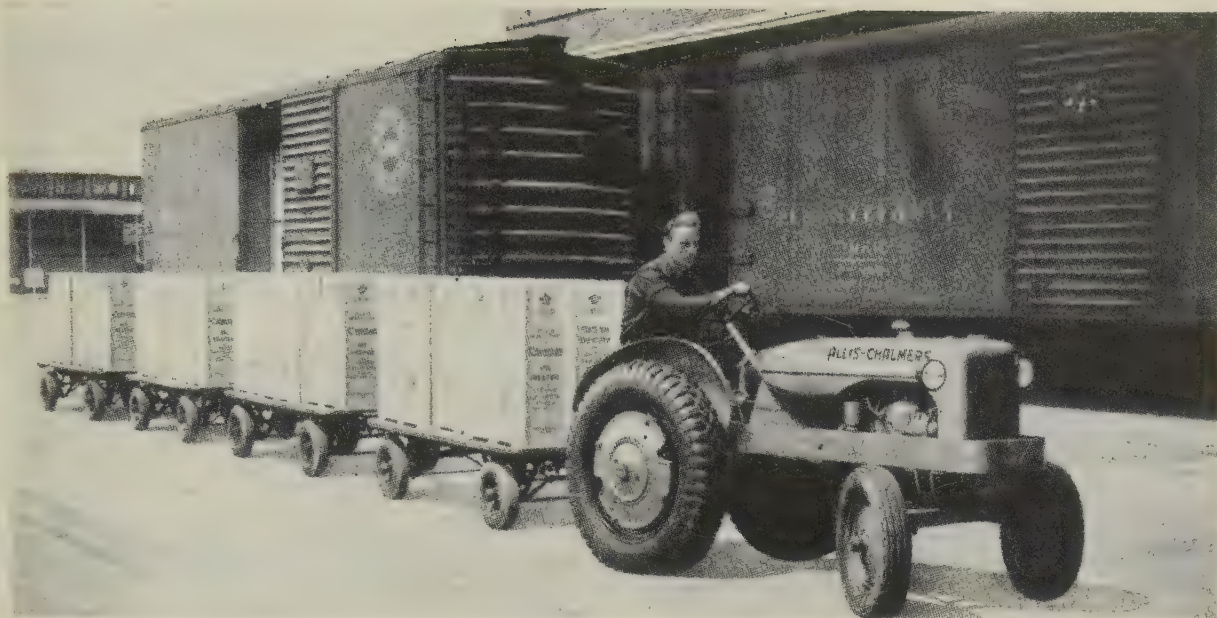


Fig. 6. Traktortåg.

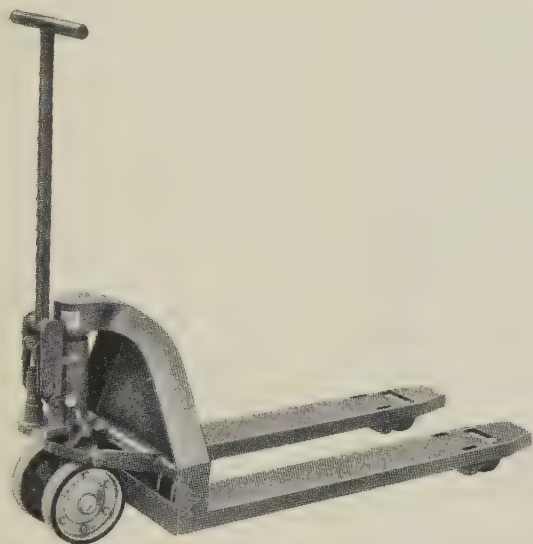


Fig. 7. Handlyftvagn.



Fig. 8. Ledtruck.

transporter förekommer inom en anläggning kan dessa många gånger utföras med hjälp av traktortåg (fig. 6).

Då transportkvantiteterna är av mindre omfattning är det ofta ej ekonomiskt att använda gaffeltruck för hantering av desamma. I sådant fall kan t. ex. handlyftvagnar (fig. 7), ledtruck eller ledstaplare (fig. 8 och 9), komma till användning.

Ett annat mobilt hjälpmedel, som börjat få allt större användning, är den s. k. grensletrucken, som framförallt är avsedd för hantering av långgods så-

Fig. 9. Ledstaplare.



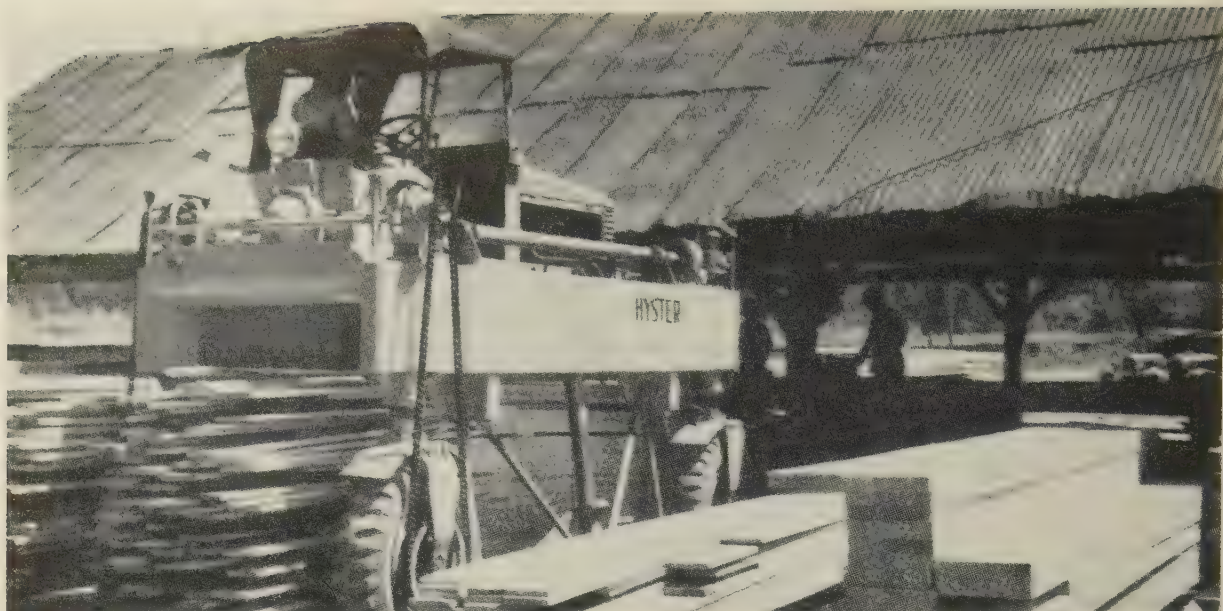


Fig. 10 (Ovan). Grenseltrucken kör grensle över den på marken på särskild pall upplagda lasten och tar densamma med sina lyftorgan.

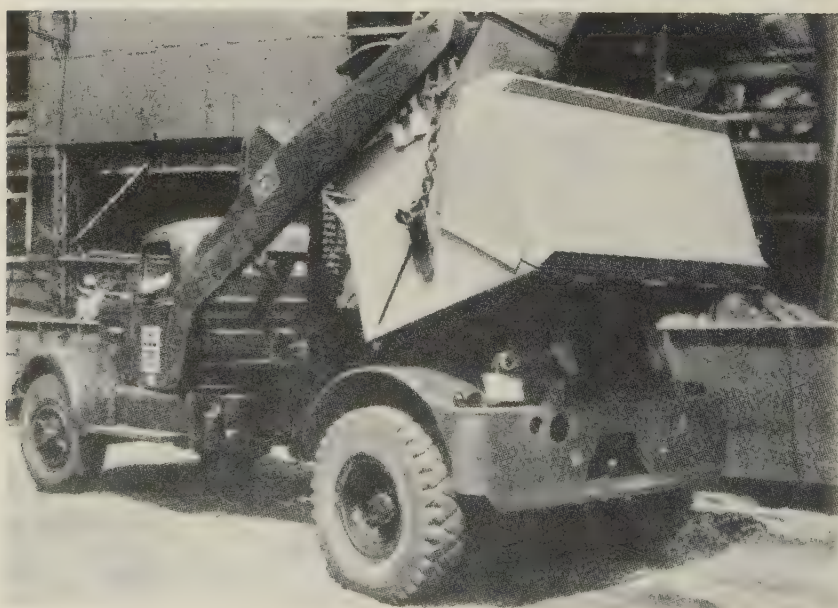


Fig. 12.

som virke, balkar, bjälkar, rör, o. dyl. Genom att utrusta den med förlängda »bärinjaler» kan den även användas för transport av ett större antal standard-pallar. Grensletrucken kör grensle över den på marken på särskild pall upplagda lasten och tar den samma med sina lyftorgan. Den har vanligen en körhastighet på upp till 40—50 km/tim. och kan sålunda transportera laster relativt långa sträckor. Avlastningen sker enkelt genom att manövrerorganen sänker ner den bärande pallan på marken, vilket tar ca 30 sek., varefter trucken kan köras till nästa transportuppdrag. (Se fig. 10.)

En hanteringsmetod som synes erbjuda mycket generell tillämpning är bilcontainersystemet enligt den s. k. Dempster-Dumpster-metoden (efter fabrikanterna Dempster-Dumpster Knoxville Tenn, USA). Här för användes standardlastbil utrustad med specialaggregat, bestående av hydrauliskt manövrerade lyft- och stödarmer som framgår av fig. 11 och 12. Med dessa armar, i vilka kättingar är fästade, kan föraren från förarplatsen lyfta upp behållare av de mest varierande utföringsformer, placera dem på bilen och köra vidare till en avlastningsplats och fortfarande från förarhytten ställa ned behållaren på marken. Detta system synes bl. a. inom byggnadsbranschen kunna medföra stora besparingar.

Mobilkranar i olika utföringsformer har i hög grad förenklat hanteringsarbetet under skiftande arbetsförhållanden (fig. 13). Jämfört med de vanliga spårgående dyrbara hamnkranarna ger mobilkranarna stora möjligheter till besparing vid olika arbetsplatser.

Rull- och hjulbanor är ingen ny uppfinning men har under senare år i samband med tillämpning av modern hanteringsteknik vunnit mycket stor användning. De erbjuder framförallt goda möjligheter dels för transport mellan arbetsplatser dels för uppställning av materialbuffert i anslutning till dessa, varvid materialet lätt kan förskjutas till lämpligt läge, så att arbetaren får bekvämare arbetsförhållanden. Även för lastnings- och lossningsändamål har rullbanorna nu fått vidsträckt användning. (Se fig 14.)

De hittills vanliga durkplåtarna eller trälämmarna som användes som förbindelse mellan fordon och lastkaj börjar alltmer ersättas med stabila lätta *transportbryggor* av magnesium eller annan lättmetall. Enhetslasthanteringen kräver en större bärhållfasthet hos transportbryggorna än de tidigare lättare transporterna. (Se fig. 15.)

Man kan nu fråga sig hur påverkar de nya hanteringsprinciperna byggnadernas utformning?

Inom industriföretagen finns ett direkt samband mellan tillverkningsprocessen och transportflödet. Om man utgår ifrån en given produktionskapacitet, så bestäms därav kvantiteten ingående material per tidsenhet. I vilka enhetslaster kan det ingående materialet levereras från leverantören via de externa transportmedlen till förrådet? Kan dessa enhetslaster tas emot vid första produktionsledet? — Här finns alltså ett direkt samband mellan enhetslastens storlek och maskinkapaciteten. Andra frågor är: Hur skall råvaran tas in och hur skall färdigprodukterna lastas ut? Då det gäller en nyanläggning blir svaret på dessa frågor avgörande för om den projekte-

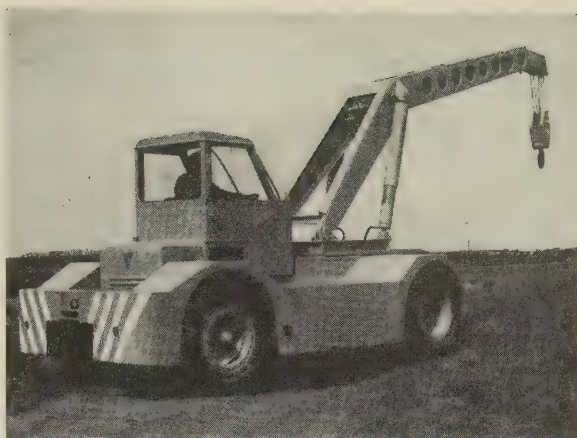


Fig. 13. Mobilkran.



Fig. 14. Rullbana.

Fig. 15. Transportbrygga.



rade byggnaden skall placeras med sitt bottenplan i kajhöjd eller i markplanet.

Generellt kan sägas att för interna transporter är förläggningen i markplanet i allmänhet gynnsammast. Tidigare ansåg man att praktiskt taget alla industriföretag måste ha kajer för lastning och lossning av gods. Med modern materialhanteringsteknik är detta emellertid inte längre någon självklar sak. Som framgår av fig. 5 kan en lastbil enkelt lastas och lossas på sina enhetslaster med hjälp av gaffeltruck som går direkt på markplanet. Ur hanteringssynpunkt kan det sålunda vara lämpligt att förlägga byggnadens bottenplan direkt på marken och härigenom uppnås en mängd byggnadstekniska fördelar och en lägre anläggningskostnad.

Om markens bärhållfasthet är tillfredsställande kan byggnadens bottenplan läggas direkt på densamma såsom en betongplatta utan större bärande konstruktiva element. Gaffeltruckar och liknande hjälpmedel kräver hög bärhållfasthet på bjälklagen. Det är därför speciellt gynnsamt att förlägga bottenplanet i marknivå då en avsevärt billigare konstruktion därigenom uppnås. Belastningen från bottenbjälklaget som eljest skulle upptagits av grundmurar och pelare bortfaller och härigenom kommer även murarnas grundläggning att kunna förbilligas. Med hänsyn till de alltmer förekommande gaffeltrucktransporterna kan det vara av intresse att referera resultatet av undersökningar som gjorts för att få klarhet om de olika påkänningar, som uppkommer genom gaffeltrucksdrift.¹ Gaffeltrucken arbetar enligt motviktsprincipen dvs. truckens eget moment kring framhjulet skall upphäva den nyttiga lastens. Säkerhetsföreskrifter anger dessutom att ca 25 % marginal skall finnas på trucksidan. Gaffeltrucken ger sålunda upphov till en betydande punktlast.

Undersökningarna avsåg först att utröna de dynamiska påkänningarna. Prov utfördes på ett betongbjälklag bestående av kontinuerlig betongplatta vilande på pelare. En fullastad gaffeltruck fick accelerera resp. retardera med högsta kraft framåt resp. bakåt, varvid man konstaterade att ca 25 % ökade påkänningar uppstod i bjälklaget för de dynamiska krafterna vid truckens rörelse i horisontalled. Töjningsgivare med mätinstrument användes för uppmätning av krafterna.

Man gjorde även en serie mätningar då en lastad truck placerades på betongbjälklaget, varvid den fick lyfta full last vid maximal lyfthastighet och på samma sätt sänka lasten mot golvet och tvärt stoppa upp sänkningen. Vid dessa försök konstaterades även 25 %-ig stegring av påkänningarna jämfört med stillastående truck. Då dessa två typer av påkänningar kan sammanlagras måste man alltså räkna med en säkerhetsfaktor av 1,5.

Men det finns ytterligare synpunkter att ta hänsyn till. En truck ger såsom tidigare angivits punktbelastning. Jämför man punktbelastning på en balk med en jämnt fördelad belastning åstadkommer punktbelastningen dubbelt så stort moment som den jämnt fördelade. I de praktiska proven konsta-

terades att ca 85 % högre böjningspåkänning uppstod tack vare den punktvisa belastningen. Här får man alltså räkna med en säkerhetsfaktor på ca 2,0. Slutresultatet blir att ett bjälklag som skall beräknas för trucktransport måste räknas med en säkerhetsfaktor på ca 3,0 jämfört med de påkänningar som uppkommer vid en jämnt fördelad last över golvytan. Sedan man fått fram denna säkerhetsfaktor blir det alltså möjligt att omräkna belastningspåkänningarna från gaffeltrucken till jämnt fördelad belastning, vilket i hög grad förenklar beräkningen av bjälklaget.

Om i ett fall antas att en gaffeltruck med en egenvikt av 1,8 ton och en lastkapacitet på 0,9 ton skall transportera gods inom anläggningen och att möjlighet förefinnes att två sådana truckar mötas i en transportgång så kan beräkningen av bjälklaget göras på följande sätt. Totala lasten av en truck blir sålunda $1,8 + 0,9 = 2,7$ ton. Denna belastning omräknas till jämnt fördelad last genom säkerhetsfaktor 3 sålunda $3 \times 2,7 = 8,1$ ton. Om två sådana truckar mötas uppstår sålunda en belastning $2 \times 8,1$ ton = 16,2 ton. Om pelaravståndet i transportgångens längdriktning är 6 m och gångbredden 3 m är alltså transportgångens yta 18 m² och på denna yta skall den teoretiskt jämnt fördelade lasten 16,2 uppåttas. Detta ger en belastning av ca 900 kg per m².

Det är angeläget framhålla att ovanstående exempel och undersökningar hänför sig till betongbjälklag av jämnstark konstruktion. Om bjälklaget i stället utgöres av balkkonstruktion med ett relativt tunt bärande ytskikt måste man i varje fall ta hänsyn till den punktlast som framhjulen på gaffeltrucken åstadkommer på bjälklaget. Vid sidan om transportgången uppställas vanligen högstaplade, enhetslaster. I många fall kommer dessa enhetslaster att ge större påkänningar per m² än vad som nyss framkom. Antag t. ex. att 3 enhetslaster à 900 kg staplas på varandra på en golvyta av 1 m². Det uppstår följaktligen en belastning av 2,7 ton m². I detta fall är alltså den stillastående lasten av gods vid sidan om transportgången avgörande för bjälklagets dimensionering.

I de egentliga fabriksbyggnaderna för produktivt ändamål bestämmer maskinernas utformning och placering pelaravståndet och takhöjden inom rimliga gränser. Transportgångarnas bredd måste dimensioneras med hänsyn till transportdonen (då särskilt gaffeltrucken) samt enhetslasternas storlek. Vid gaffeltruckdrift kan transportgångens bredd beräknas enligt nedanstående formel.

$$R + M + L + c = G$$

där

R = truckens yttre svängningsradie (mm)

M = en maskinkonstant nämligen avståndet räknat från framaxelns centrum till gaffelhälen (mm)

L = lastens längd i körriktningen (mm)

c = en toleransterm; $c/2$ sättes vanligen = 75 mm utgörande avståndet mellan transportgångens kant och lastens ytterkant i sidled.

Gångbredden beräknad enligt denna formel tillåter att gaffeltrucken med lasten vänder i rät vinkel i

¹ Electric Industrial Truck Association, USA. Handbook of Material Handling with industrial trucks.



Fig. 16. Uppförande av enplansbyggnad i Californien.

själva gången för att därefter kunna köra in mellan vidstående staplar.

Då transportgångarna speciellt för gaffeltruckar kräver stora ytor är det av särskild vikt att de förlägges så att man får *tvåsidig* utnyttjning av dessa dvs. att de helst utnyttjas för stapling och hantering av gods åt båda sidor.

Förräds- och lagerbyggnader bestämmes praktiskt taget helt av enhetslasternas dimensioner. Sålunda bör pelaravståndet i sådana lokaler göras till hela multiplar av enhetslastens längd resp. bredd. Den fria takhöjden i dessa lokaler måste även avpassas så att den helst utgör en hel multipel av enhetslasternas höjd jämte viss tolerans. Av stor vikt är att dörröppningarna ges tillräcklig höjd och bredd så att transporterna kan försiggå utan risk för att godset eller trucken fastnar i dörrarna. I detta sammanhang är det angeläget framhålla att den tekniska utformningen av dörrkonstruktionen och dess manövrering är av stor betydelse för transporternas smidiga utförande. Om byggnaden har flera våningsplan, måste hissarna beräknas för sådan lyftkapacitet och stabilitet som tillåter att gaffeltruckar och andra tunga transportdon transporteras i desamma. Även här måste dörröppningarna göras tillräckligt höga och breda.

Modern materialhantering har i högsta grad påverkat diskussionen om *enplansbyggnader* *contra* *flerplansbyggnader*. Enplansbyggnaden kräver större tomtyta och takyta men den eliminerar behovet av hissar och trappor och förenklar själva byggnadstekniken. Fig. 16 och 17 visar uppförande av en enplansbyggnad i Californien. Golvet är lagt di-



Fig. 17. Väggelement ($h = 6$ m) reses med hjälp av en mobilkran.

rekt på marken såsom en betongplatta vilken färdiggjutes och ytbehandlas så att den kan utgöra underlag för gjutning av liggande väggelement. Formkostnaderna för dessa väggelement blir ytterst obetydliga men givetvis måste viss extra armering inläggas för att tillåta uppresningen av elementen till vertikalt läge. Väggelementen reses med hjälp av en mobilkran och fixeras mot på förhand nedgjutna pelare. Denna byggnadsmetod är i och för sig inte ny. Möjligen skulle man kunna säga att det nya i utförandet är väggelementens storlek. Höjden är på den visade byggnaden ca 6 m.

Enplansbyggnader av denna typ utgör ett intressant exempel på den växelverkan som förefinnes mellan hanteringsmetoder och byggnadskonstruktion. Den moderna materialhanteringstekniken har möjliggjort att byggnadens golv kunnat läggas direkt på marken och tack vare att byggnadens golv sålunda tillåter mycket stora påkänningar har det varit möjligt att på detsamma föra in den tunga mobilkranen för att på ett enkelt sätt resa väggelementen.

Lutande transportbanor, ramper, bör ej ha större lutning än ca 10 %. De flesta truckfirmor rekommenderar ej större lutning än 7,5 % för körning med last. Man bör eftersträva att början av en uppförlutning alltid är rak och fri från hinder så att trucken med god fart kan köra uppåt.

Ovan anförda synpunkter är avsedda att tjäna som allmän introduktion i fråga om sambandet mellan modern materialhantering och byggnadernas utformning. En mängd specialfrågor finns, men utrymmet tillåter ej behandling härav.



PAPPTAK

Några erfarenheter från en inventering

Av civilingenjör SVR Rune Hanson

Här redovisas en del av de undersökningar av plana tak som utförts på uppdrag av Statens kommitté för byggnadsforskning. Denna artikel utgör fortsättning av författarens artikel i BYGGMÄSTAREN B 6, 1952, och avsikten är att efterhand behandla övriga hithörande delproblem. Redogörelsen har utarbetats i samarbete med industrien.

DK 69.024.3:69.024.158

Med papptäckningar förstås här sådana taktäckningar med asfalt- eller tjärpapp, där pappen bildar färdig takyta.

Papptäckningar har använts i vårt land i över hundra år. Ända fram till 20-talet gjordes papptäckningar i huvudsak endast med tjärpapp, som lades i ett lag med överlappningarna spikade i det obligatoriska träunderlaget. Taken var alltid branta och vid lutningar mellan 1:4 och 1:1,5 användes slättäckning; vid lutningar från 1:3 även och vid lutningar större än 1:1,5 alltid listtäckning.

Papptäckningar av denna typ var billiga i anskaffning och erbjöd inga svår bemästrade problem för vare sig papptäckare eller byggmästare. Det kan sägas att de — inom ramen för vad man kunde be-

gära av dem — i stort sett fungerade bra. Till nackdelarna hörde, att de krävde ständigt underhåll i form av tjärstrykningar — minst vart tredje år. Med omsorgsfullt underhåll kunde de dock ha betydande livslängd.

Den ursprungliga tjärpappen var enbart impregnerad med tätningsmedel. Ett stort framsteg gjordes på 20-talet med ytbelagd och impregnerad asfaltpapp enligt amerikanska förebilder. Denna papptyp består av impregnerad asfaltpapp som på ena eller bägge sidorna försetts med ytskikt av relativt hård fillerserad asfalt. En av förutsättningarna för tillkomsten av denna papptyp var att man gick över från tjära till asfalt med dess avsevärt större temperaturspann. Motsvarande ytskikt av tjära blir nämligen antingen så sprött att det spricker på vintern eller så mjukt att det rinner på sommaren.

Vinjetten: Fig. 1. Risken för kraftig sjöbildning på flacka tak ställer stora krav på papptäckningen.

Ytbelagd papp gav — jämfört med impregnerad papp — säkrare tätning samt bättre motståndsförmåga mot mekaniska och klimatiska påfrestningar. Nästa framsteg i pappfabrikationen blev skyddsbelagd papp. Den består av särskilt tjock ytbelagd papp vars ena sida förstärkts med skyddsbeläggning av sand e. d. Den kräver vanligen inget underhåll under de första 10—15 åren och benämnes därför vanligen underhållsfri papp.

Med bättre pappkvaliteter blev underhållskostnaderna lägre varjämte den skyddsbelagda pappen gav möjligheter till variation i färg, beroende på skyddsbeläggningens art och sammansättning.

Jämsides med utvecklingen inom pappfabrikationen följde framsteg inom pappläggningstekniken och man vågade efterhand täcka vid allt lägre lutningar. Som dominerande framsteg inom pappläggningstekniken kan man beteckna övergången från spikning av pappen till klistring av densamma. Papptäckningen fick därigenom — till skillnad från flertalet andra tak-täckningstyper — fördelen att kunna läggas direkt på tak av betong eller lättbetong och man slapp den försvagning av täckningen som spikhål alltid utgör. Största värdet med klistringen var kanske dock, att man kunde göra papptäckningar som stod mot vattentryck, vilket tidigare inte varit möjligt.

Det stod snart klart att klistrade papptäckningar med små lutningar hade sin svaghet i pappskarvarna, som gärna gav upphov till läckage. För att minska läckagerisken täckte man därför med flera lag papp — vanligen två lag, s. k. dubbeltäckning.

De nya strävandena inom arkitekturen i slutet på 20-talet och början på 30-talet hade bl. a. de plana taken på sitt program. Detta kunde till stor del förverkligas tack vare den utveckling takpapptekniken då nått. Otrafikerade plana tak kom i stor utsträckning att täckas med dubbla lag asfaltpapp — vanligen ett undre lag impregnerad asfaltpapp på vilket klistrades ett övre lag skyddsbelagd asfaltpapp. Detta utförande har efterhand blivit traditionellt och kommer här att i fortsättningen benämnas *traditionell papptäckning*.

I Sverige dominerar numera den traditionella papptäckningen ifråga om otrafikerade tak med svag lutning. Papptäckningarnas ekonomiska betydelse framgår av, att man i vårt land årligen lägger ca 5 miljoner m² papptak till en kostnad av ca 20 miljoner kronor.

Papptäckningens problem

De flacka papptaken av modern typ har — till skillnad från de »gamla hederliga» branta papptaken — inte sällan vållat bekymmer; enligt författarens artikel i (3) till ej oväsentlig del beroende på läckage, vilket vid plana papptak förekommit ungefär i vartannat misslyckat fall. Övriga misslyckanden berodde på läckage vid detaljer, kondens, byggfukt o. d.

Bekymren med de nya papptaken hänger främst samman med, att de utsätts för betydligt större påfrestningar än de gamla papptaken. Vid lutningar mindre än 1:5 å 1:8 måste man sålunda räkna med att papptäckningen skall kunna stå emot vattentryck vid sjöbildning (se fig. 1). Vidare är ett flackt

tak lättare att beträda än ett brant, varför man riskerar större mekaniska påfrestningar. Till slut medför underlag av betong och lättbetong — vilka som regel är fördelaktigare än underlag av trä — ibland svåra påfrestningar om de är fuktiga eller ojämna eller om de rör sig.

Vid flacka tak av modern typ konkretiseras papptäckningens problem i uppkomsten av vissa skadetyper som det gäller att eliminera, nämligen främst

- uppskärningar och hål i pappen,
- sönderslitning av pappen,
- veck,
- gasblåsor,
- förstörelse genom klimatisk åverkan.

Problemet kompliceras genom inverkan av en mängd olika faktorer såsom pappkvalitet, asfaltsort, klistringsutförande, vädret vid läggningen, underlagets beskaffenhet, byggnadens konstruktion och utförandekvalitet, trafiken på taket samt förhållandena i underliggande lokaler.

Liksom flertalet andra byggnadstekniska problem kan papptäckningens problem studeras antingen på laboratorium eller på befintliga byggnader. Genom laboratoriestudier är pappens egenskaper beträffande bl. a. motståndsförmåga mot vattentryck, diffusionsmotstånd och beständighet redan delvis klarlagda (1), (2) och (5). Vid denna undersökning var det därför angeläget att genom inventering av befintliga byggnader söka klarlägga andra betydelsefulla frågor — t. ex. inverkan av underlag, arbetsutförande, väderlek vid läggningen o. d. — varom laboratorieundersökningar inte kan lämna besked. Studier av befintliga byggnader har visserligen en del svagheter — bl. a. följer att noggranna uppgifter beträffande förhållandena vid läggningen ofta inte kunnat erhållas. Fördelarna är dock betydande, bl. a. därför

- att man får tillgång till ett stort representativt undersökningsmaterial,
- att man kan studera problemet under praktiska förhållanden,
- att man får klarhet om vilka skador som är mest aktuella,
- att man får möjlighet bedöma hur pass betydelsefulla de olika delproblemen är.

Vid den inventering av plana tak som författaren utförde på uppdrag av Statens kommitté för byggnadsforskning — huvudsakligen under åren 1949—1950 — studerades papptäckningsfrågorna relativt grundligt och det är dessa erfarenheter som ligger till grund för diskussionen i det följande. Observeras bör, att de synpunkter som framläggs avser — om ej annat anges — papptäckningar på bärande underlag av betong eller lättbetong. Beträffande omfattningen av inventeringsmaterialet, undersökningarnas utförande och de allmänna inventeringsresultaten hänvisas till (3).

INVENTERING AV SKADOR

Papptäckningstyper och underlag.

De papptäckningar som besiktigades var praktiskt taget samtliga av traditionell typ — ett (event. två) undre lag av impregnerad asfaltpapp och ett övre lag av skyddsbelagd asfaltpapp — klistrad med varm

asfalt såväl vid underlag som mellan papplagen. På trätak var underlagspappen spikad.

Underlaget för papptäckningar var av varierande typ.

Avjämnad armerad betong förekom huvudsakligen på icke värmeisolerade betongtak samt på betongtak som värmeisolerats med fyllning, varvid en särskild betongplatta gjutits ovanpå fyllningen.

Avjämnning med cementbruk, 1—2 cm tjock, förekom på betongtak med värmeisolering av fabrikstillverkad lättbetong.

Avjämnning med lättbetong ($\gamma = 0,5 - 1,2$), 1—3 cm tjock, förekom på betongtak med värmeisolering av direktgjuten lättbetong.

Avjämnning med sandasfalt, ca 1 cm tjock, förekom på vissa betongtak med asfaltbunden makadam s. k. GL-tak (se fig. 2).

Armerade lättbetongplattor förekom på lättbetongtak.

Porösa träfiberskivor förekom på en del betongtak.

Korkplattor förekom på betongtak med luftad kork s. k. WMB-tak.

Träpanel förekom på alla trätak.

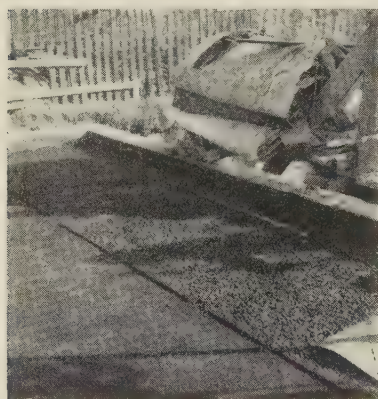


Fig. 2. Avjämnning med sandasfalt på asfaltbunden makadam.

Papptäckningarnas allmänna skick

Vid inventeringen konstaterades 33 misslyckade papptäckningar av 329. Som misslyckade bedömdes mindre än 15 år gamla papptäckningar med läckage samt sådana papptäckningar — huvudsakligen på trätak brantare än 1:8 — som vid mindre lutning uppenbarligen skulle haft läckage. Enligt (3) förekommer misslyckanden på tak av alla storlekar och åldrar. Misslyckandefrekvensen var, som framgår av nedanstående tabell, för hög för att kunna godtas.

Tabell över papptäckningarnas allmänna skick

Takkonstruktion	Totala antalet undersökta tak	Utan anmärkning	Ej utan anmärkning men funktionsdugliga	Misslyckanden
Oluftade betongtak	70	32 %	52 %	16 %
Luftade betongtak	28	64 %	32 %	4 %
Lättbetongtak	205	50 %	42 %	8 %
Trätak	26	36 %	41 %	23 %

Oluftade betongtak visar relativt ogynnsamma siffror, vilket delvis torde bero på misslyckanden med värmeisolering av porösa träfiberskivor (jfr sid. 82).

Av 16 dylika betongtak hade sålunda inte mindre än 6 läckage; medräknas ej dessa blir procenten misslyckaden 9 istället för 16.

Luftade betongtak har bättre siffror. Detta bör dock ej ge anledning till överdriven optimism, enär de undersökta taken av denna typ var betydligt yngre än de övriga taken.

Lättbetongtak ligger ungefär i nivå med siffrorna för oluftade betongtak, om man inte räknar med de betongtak som isolerats med porösa träfiberskivor.

Trätak har de sämsta siffrorna. Det torde kunna förklaras av att pappen var spikad på underlaget istället för klistrad som på de övriga. Det bör observeras att trätaken som regel hade stor lutning och att inte alla som räknats som misslyckade hade läckage; detta hade uppenbarligen dock inträffat vid lägre lutning.

I sin helhet visar tabellen, att i genomsnitt inte ens varannan papptäckning var utan anmärkning. Detta ger en antydning om papptäckningsfrågornas utomordentliga betydelse samt pekar på nödvändigheten av att alla frågor som hänger samman med papptäckningar blir ordentligt utredda.

Misslyckanden har orsakats antingen av *skador på pappen* eller av *skador till följd av lossnad papp* t. ex. på grund av veckbildning.

Skador på pappen

Till skador på pappen har räknats följande:

Uppskärningar och hål genom mekanisk åverkan.

Sönderslitning av pappen som följd av rörelser i underlaget.

Röta i pappen.

Uppblåsning och bortfall av översta skiktet hos skyddsbelagd asfaltpapp.

Som pappskada i här avsedd bemärkelse har inte räknats normal klimatisk förstörelse, dvs. sönderdelning av översta asfaltskiktet och bortspolning av den vanligen förekommande sanden; inte i något av de inventerade fallen hade detta gett anledning till misslyckanden.

A. Uppskärningar och hål

till följd av mekanisk åverkan är allvarliga skador. Vanligen är risken för deras uppkomst dock liten, såvitt påfrestningarna inte blir ovanligt stora, t. ex. vid snöskottning eller vid ombyggnadsarbeten i anslutning till taket. (Se fig. 3 och 4.) Bortsett från betongtak som isolerats med porösa träfiberskivor, vilket ger för mjukt underlag och där dessa skador var vanliga, förekom misslyckanden av denna anledning endast i tre fall av hela det inventerade materialet, motsvarande ca 1 %.

B. Sönderslitning av pappen

är likaledes en allvarlig skada. Pappen kan tänkas slitas sönder om den krymper eller om underlaget rör sig. Någon sönderslitning genom krympning kunde dock icke konstateras, däremot i 10 fall till följd av rörelser i underlaget, motsvarande ca 3 % av hela antalet undersökta tak.

Samtliga fall gällde *lättbetongtak*; för betongtak och trätak konstaterades inga dylika misslyckanden. Vid lättbetongtak riskerar man således att pappen

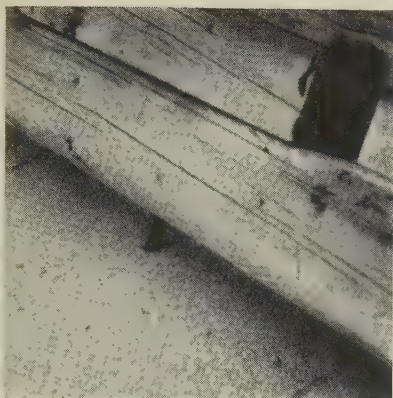


Fig. 3. En detalj av taket på vidstående bild. Observera hur bulten genom de bägge virkesdelarna vilar på den oskyddade papptäckningen som därigenom skurits sönder.

kan slitas sönder, enligt inventeringen ungefär i ett fall på tjugo. Att risken här är större än hos övriga taktyper torde kunna förklaras av, att lättbetongtaken fogas ihop på platsen av relativt stora element, mellan vilka kan uppstå rörelser.

I sex fall hade pappen slitits sönder över plattornas tvärgående fogar, dvs. över plattornas upplag; någon sönderslitning över de längsgående fogarna förekom däremot inte. Kontinuiteten i plattornas längdriktning har tydligen varit otillräcklig, vilket kan ha berott på att den av lättbetongfabrikanterna föreskrivna kontinuitetsarmeringen — ca 1 m långa $\varnothing 6$ — i längdfogarna vid korsningen med tvärfogarna antingen inte utförts eller fått otillräcklig vidhäftning med plattorna. I ett 3 år gammalt tak, med 5 m plattor (se fig. 5 och 6) högs en del tvärgående fogar upp, dels med sprickor i pappen, dels utan. Samtliga tvärfogar hade en ca 1 mm bred genomgående spricka från överytan till underytan, varför det i detta fall torde ha varit en tillfällighet att pappen spruckit på en del ställen men inte på andra. Motsvarande undersökning av ett 13 år gammalt oskadat tak visade sålunda inga sprickor i fogarna.

En undersökning av det skadade taket visade att tvärfogarna mellan plattorna överlag var så smala, (fig. 7, 8) ibland endast ett par mm, att de inte kunnat fyllas med cementbruk samt att kontinuitetsarmeringen var så dåligt kringgjuten med cementbruk, att den låg nästan lös och knappast kunde överföra några dragspänningar. Sprickornas karaktär tyder på, att man här har att göra med rörelser i plattornas längdled till följd av krympning eller temperaturvariationer och inte — vilket möjligen skulle kunna förmodas — med nedböjningar och därmed sammanhängande brytningar i tvärfogarna. Längdändringen torde huvudsakligen kunna tillskrivas temperaturskillnader mellan den bärande betongstommen och lättbetongplattorna, förmodligen under vintern då lättbetongplattorna är kallare än betongstommen; sprickorna i pappen förklaras då av att pappen är spröd. Man kan även misstänka att dygnsvariationerna varit stora, varvid pappen kan ha spruckit vid snabba ändringar i underlagets rörelser. Vissa tecken tyder också på att man här har en typ av utmattningsbrott hos papptäckningen.

I de fyra återstående fallen har sönderslitningen måst bedömas som en följd av för stora rörelser i byggnadsstommen. I två fall låg plattorna sålunda

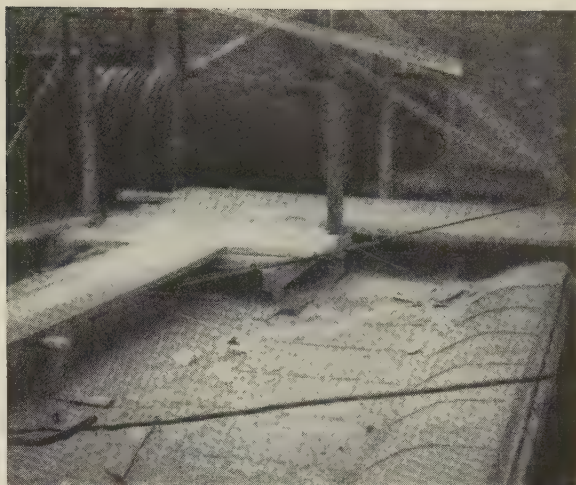


Fig. 4. Bilden visar vilken nonchalans som kan förekomma vid ombyggnader. Papptäckningen är obarmhärtigt utlämnad åt allsköns skade-görelse genom mekanisk överkan.

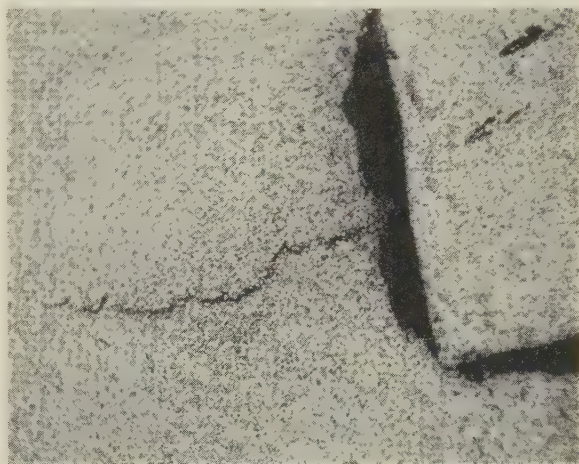
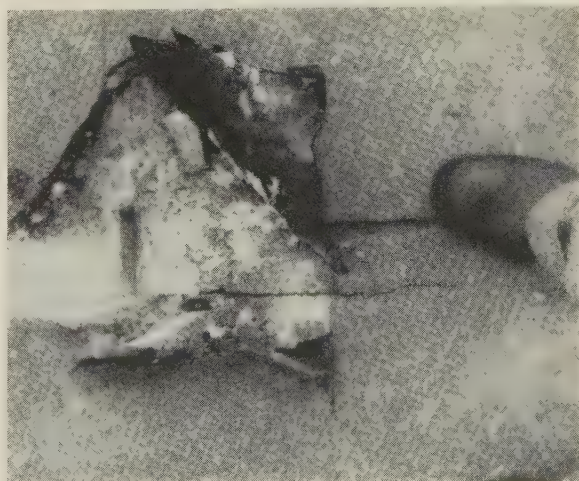


Fig. 5. Spricka i papptäckningen över tvärfog i lättbetongtak med längdfog. Observera hur sprickan i papptäckningen noggrant följer sprickan i tvärfogen.

Fig. 6. Upphuggningen av tvärfog vid korsningen med längdfog. Observera hur sprickan i papptäckningen noggrant följer sprickan i tvärfogen.



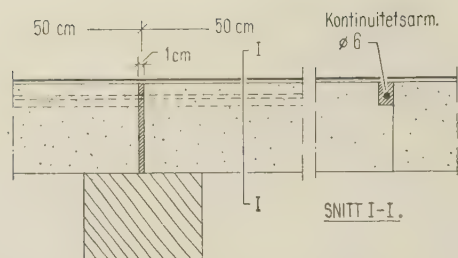


Fig. 7. Bilden visar hur tvärfogarna och de längsgående fogarna är avsedda att utföras vid lättbetongtak.

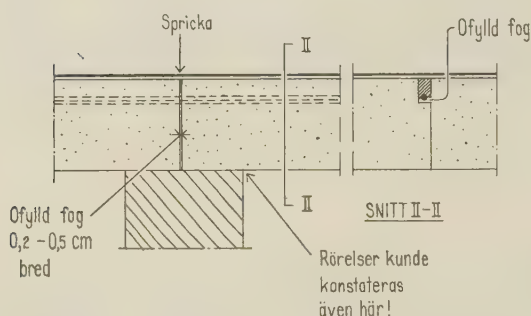


Fig. 8. Bilden visar hur tvärfogar och längdfogar mellan lättbetongplattorna var utförda i ett av de undersökta fallen. För att undvika detta bristfälliga utförande torde det bli nödvändigt att fogmellanrummen ökas, så att cementbruk kan fyllas i samt att man före inläggningen av armeringen fyller upp botten på längdfogen med cementbruk.



Fig. 9. Typisk uppbuckling.

Fig. 10. Uppbuckling som huggits upp för undersökning.



på en stålstomme, som även bar upp stora traverser. I ett tredje fall hade grunden sjunkit och orsakat sprickor genom hela byggnaden. I det fjärde fallet hade papptäckningen dragits över från ett tak av lättbetong till ett av trä, varvid pappen slitits sönder i skarven mellan de olika takmaterialen.

Att inga misslyckanden förekom vid betongtaken som följt av rörelse i underlaget, torde främst bero på dessa taks relativa orörlighet. Det bör observeras att så gott som samtliga undersökta betongtak var värmeisolerade utvändigt, vilket minskar risken för temperatursprickor; för tak med invändig värmeisolering saknas tyvärr erfarenheter.

Beträffande rörelser i avjämningskiktet finns anledning se upp med skador till följd av *uppbucklingar*, vilka kan tänkas slita sönder pappen (se fig. 9 och 10). Uppbucklingar var ganska vanliga på betongtak som värmeisolerats med lättbetong och avjämnats med ett 1–2 cm tjockt skikt av cementbruk eller relativt hård lättbetong. 8 tak av 27 med dylik avjämnning hade sålunda uppbucklingar. Dessa uppstår vanligen redan första våren och torde orsakas av att fuktansamling i avjämningskiktet under vintern hindrar normal krympning vid hårdnandet. När solen börjar bränna på våren, saknas utrymme för temperaturutvidgningar, vilket leder till de nämnda uppbucklingarna. Dessa, som i en del fall ökar med åren, kan bli mycket stora — upp mot 20 cm höga och 1 m breda. Vid brytning i krönet föreligger risk att pappen kan slitas sönder; detta förekom dock inte i något av de undersökta fallen.

C. Röta i pappen

konstaterades endast i tre fall; samtliga betongtak med direktgjuten lättbetong och täckta med s. k. kristidspapp, dvs. papp som till större delen består av cellulosafibrer och olämplig asfalt. Risken för röta i papptäckningar torde därför kunna betecknas som obetydlig.

D. Uppblåsning och bortfall av översta skiktet hos skyddsbelagd asfaltpapp

torde, så vitt nu kan bedömas, aldrig ge upphov till direkt läckage men förkortar givetvis papptäckningens livslängd. Skadetyper karakteriseras av ofta mycket tätt sittande blåsor av uppemot en centimeters diameter (6). Felet syns uteslutande ligga hos den skyddsbelagda asfaltpappen, när blåsorna som regel är koncentrerade till någon eller några pappvåder samt vanligen på för solstrålning särskilt utsatta ytor, t. ex. lanternintak och socklar mot söder. Blåsornas uppkomst torde kunna förklaras på motsvarande sätt som uppkomsten av gasblåsor (se nedan). Mer omfattande skador av denna typ förekom endast i sex fall; i mindre omfattning dock hos alla typer av tak. Exempel på uppbucklingar visas i fig. 11.

Sammanfattning

Av de 313 papptak som inventerades (här är icke de träfiberisolerade betongtaken medräknade) förekom läckage på 27 stycken. I 10 fall berodde läckaget på skadad papp antingen som följd av uppskärningar eller hål genom mekanisk åverkan eller därför att pappen slitits sönder. I de övriga fallen berodde

läckaget på att pappen lossnat vid överlappningarna i större eller mindre omfattning, så att vatten kunde tränga in.) Röta i pappen eller uppblåsning och bortfall av översta asfaltskiktet kunde inte i något fall anges som orsak.

I de 10 fallen med läckage till följd av uppskärningar och hål genom mekanisk åverkan eller av sönderslitning måste påfrestningarna på pappen till följd av för ovarsam framfart eller för stora rörelser i underlaget bedömas som så svåra, att läckagen inte rimligen kan skyllas på någon brist hos pappen.

Skador som följd av lossnad papp

Om pappen ej klistras med tillräcklig omsorg vid underlag eller mellan respektive pappskikt riskerar man att den kan lossna på större eller mindre partier. Faran för läckage blir härvid stor enär överlappningarnas klistring då inte sällan släpper.

Skador till följd av lossnad papp är främst:

Veck.

Gasblåsor.

Övriga skadetyper som kan tänkas är:

Bortblåst papp. Något dylikt fall påträffades inte.

Långa släpp längs överlappningarna. Ett dylikt fall påträffades. Fig. 12 visar ett amerikanskt tak med dylika skador.

Pappglidning. Vid lutningar $> 1:3$ bör pappvåderna både klistras och spikas. Asfalten blir nämligen vid starkt solsken ofta så lättflytande, att pappvåderna eljest kommer i glidning. Två sådana fall påträffades (jfr sid. 84).

Släpp vid socklar o. d. Till följd av krympning kan klistringen släppa vid anslutning till socklar o. d. om pappen viks upp olämpligt vid det inåtgående hörnet. 10 dylika fall förekom (jfr fig. 22).

Av de angivna skadetyperna erbjuder numera endast veck och gasblåsor svårbemästrade problem. Praktiskt taget alla skador som följd av lossnad papp kunde således vid inventeringen hänföras till någon av dessa. De övriga skadetyperna torde med modern pappläggningsteknik knappast behöva komma ifråga.

A. Veck

Vid inventeringen påträffades veck som ej sällan var flera meter långa och som gick antingen vinkelrätt mot eller parallellt med våderna (fig. 13 och 14). De förekom i större eller mindre omfattning på samtliga tak. I större omfattning enligt följande:

Vid oluftade betongtak		23 %
» luftade betongtak		22 %
» lättbetongtak		18 %
» trätak		30 %

Våderna för luftade betongtak tyder på, att veckbildning inte nämnvärt motverkas genom luftning.

Olägenheter med veck är

att de kan orsaka släpp i överlappningarna; av de 27 papptäckningarna med läckage hade sålunda inte mindre än 16 betydande veckbildning;

att de minskar papptäckningens motståndsförmåga mot mekaniska påfrestningar; detta gäller särskilt om vintern då pappen är spröd;

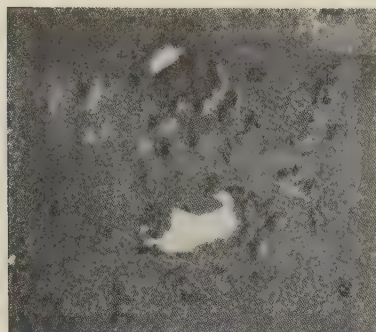


Fig. 11. Uppblåsning av yteläggningen.



Fig. 12. Överlappningar som släppt längs våderna. (Amerikanskt tak.)

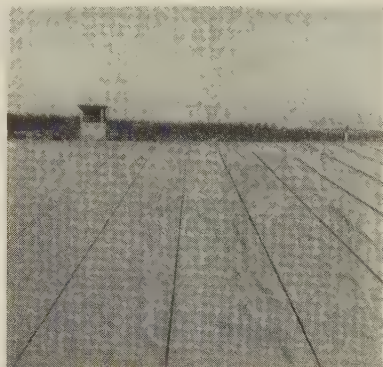


Fig. 13. Papptäckning på lättbetongtak med veck orienterade i vådernas längdriktning. Plattorna går i samma riktning som våderna.



Fig. 14. Papptäckning på lättbetongtak med veck orienterade vinkelrätt mot våderna. Observera att vecken i stor utsträckning följer plattornas längdfogar och att överlappningarna släppt på flera ställen.

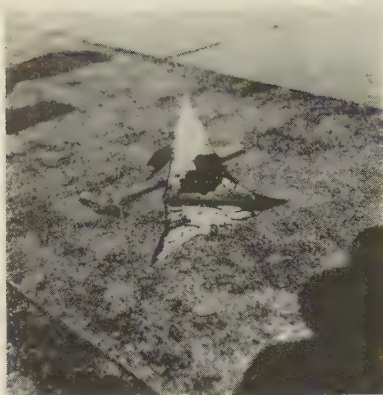


Fig. 15. Sönderfrusen
avjämning av lätt-
betong.

att de försämrar vattenavrinningen; detta är till nackdel särskilt vid de små lutningar här är fråga om; att de ger takytan ett mindre tilltalande utseende.

Risken för läckage vid veckbildning måste bedömas som större ju mer omfattande veckbildningen är. Den är större vid veck som går vinkelrätt mot våderna än vid veck som går parallellt med dem (jfr fig. 13 och 14).

Orsaken till veckbildning kan sökas dels i förskjutningar i underlaget — påminnande om orsaken till sönderslitning av papp — dels i sådana spänningar i pappen som inte är beroende av underlagets rörelser. Att direkt särskilja den ena eller andra orsaken är ofta mycket svårt.

Veck orsakade av förskjutningar i underlaget

är minst vanliga, åtminstone beträffande betongtak där den bärande plattan bildar en sammanhängande enhet. Rörelser av betydelse kan dock uppstå i ovanpåliggande värmeisolerings- eller avjämningskikt. Veckbildning genom dylika rörelser har sålunda observerats hos en del betongtak med värmeisolering av porösa träfiberskivor; veck förekom där över skarvarna mellan träfiberskivorna. Vid lättbetongtak — där risken för förskjutningar är större än hos betongtak — observerades dylika veck över tvärfogarna, dock i relativt ringa omfattning. Vid trätak är takpanelens rörelser ofta så stora, att man har anledning räkna med uppkomsten av dylika veck; detta studerades dock inte vid inventeringen.

Veck orsakade av rörelser i pappen

är vanligast och förekommer även där pappen är klistrad på ett orubbligt underlag. Dessa veck orsakas av att vidhäftningen mellan underlaget och pappen eller mellan de olika papplagren är otillräcklig för att motverka pappens rörelser vid svällning och krympning.

Att all papp sväller eller krymper vid fuktvariationer torde vara bekant. Enligt FREY (4), som studerat skyddsbelagd asfaltpapp, är denna rörelse dock obetydlig i vådernas längdriktning, men kan bli avsevärd — ca 1% — i tvärriktningen. Tidigare ansågs råpappens sammansättning inverka på pappens svällningsegenskaper så, att ökad halt av cellulosafibrer skulle innebära risk för ökad svällning. Det förväntades därför, att tak som lagts under åren 1943—1946 skulle ha mera veck än tak med papp av normalkvalitet, dvs. papp som huvudsakligen innehåller lumpfibrer. Inventeringen gav emellertid ej be-

lägg för att s. k. kristidspapp skulle ha nämnvärt högre veckbildningsfrekvens än papp av normalkvalitet. Detta överraskande resultat kan vara missvisande till följd av att undersökningsmaterialet varit litet, men det ger dock anledning till ett par påpekanden. För det första kan sättas ifråga, om inte pappens svällningsegenskaper är lika beroende av råpappens asfaltimpregnering som av dess fibersammansättning. Tänkbart är sålunda, att för impregnering mindre lämplig asfalt — t. ex. rumänsk asfalt — som några gånger användes under kristiden hade större skuld till misslyckanden än den större halten av cellulosafibrer. För det andra kan sättas ifråga, om veck uppstår vid god klistring, även om pappen sväller mer än normalt.

Det är sålunda tveksamt, om pappens svällningsegenskaper har någon större betydelse för veckbildningen. Däremot har inventeringen gett klart besked om, att *klistringen har avgörande inverkan på veckbildningen*. Bland de betydelsefullare problem som hänger samman med pappens klistring märks underlagets beskaffenhet, vädret vid läggningen, val av klister, klistringsarbetets utförande.

Underlagets inverkan

på veckbildningen har varit lättast att studera. Som möjligen var att vänta visade det sig att jämna och släta ytor gav bättre klistringsunderlag än ojämna. För olika typer av underlag och deras förekomst har redogjorts i det föregående (se sid. 4).

Avjämnad armerad betong ger ett jämnt, hårt och hållbart underlag. Någon veckbildning av betydelse kunde inte konstateras hos något av de 17 tak av denna typ som inventerades.

Cementbruksavjämning, 1—2 cm tjock, ger ett jämnt och hårt men inte så hållbart underlag som armerad betong. Veck i nämnvärd omfattning konstaterades endast hos 1 av 29 inventerade dylika tak. Risk föreligger dock, att den relativt tunna cementbruksavjämnningen skall spricka, frysa sönder eller buckla upp (jfr fig. 9 och 10).

Lättbetongavjämning ger ett mindre gott underlag. I de inventerade fallen var avjämnningen ofta så sönderfrusen att vidhäftningen blev dålig (se fig. 15). 6 av 12 inventerade tak med denna avjämning hade betydande veck.

Sandasfaltavjämning förefaller att ge en jämn yta. Det är för tidigt att göra några säkra uttalanden om denna avjämningsstyp, när det undersökta materialet varit alltför litet. Det kan dock nämnas, att av tre undersökta tak hade *ett* betydande veckbildning. Sandasfaltens översta del hade därvid rivit loss från den undre delen, vilket torde berott på olämplig sammansättning av sandasfalten.

Korkeplattor som läggs i asfalt ger som regel en relativt jämn yta. Nämnvärd veckbildning kunde inte konstateras i något av 10 undersökta fall.

Porösa träfiberskivor ger en jämn yta men har nackdelen av att röra sig relativt kraftigt. Veck över skivskarvarna konstaterades i 3 fall av 14 inventerade dylika tak.

Armerade lättbetongplattor (lättbetongtak) torde

vid noggrann läggning ge ett gott och jämnt underlag för klistringen. Denna förutsättning syns emellertid ibland ha varit försummad. Betydande veckbildning förekom sålunda i inte mindre än 37 fall av 205, dvs. i ca 18 % av fallen. Några tak med omfattande veckbildning undersöktes närmare. Det visade sig därvid att de stora vecken — oberoende av pappvädernas riktning — huvudsakligen sträckte sig i lättbetongplattornas längdriktning. Man kunde även konstatera en orientering av veck över plattskarvarna, vilket syns tyda på att de ofta ojämna fogarna är till stor nackdel (jfr fig. 13). Hur veck kan tänkas uppstå över en ojämn fog visas i fig. 16. Den mer eller mindre styva pappen har sålunda svårt att fästa ordentligt över håligheter och när den sväller riskerar man att den lossnar och bucklar upp. Detta torde även förklara, varför vanligen endast den övre skyddsbelagda pappen, som ju är särskilt styv, veckar sig i dylika fall.

Överlappningarna ger ofrånkomliga ojämnheter (se fig. 17). Vid inventeringen konstaterades att veck inte sällan uppträdde just över föregående pappskiktets överlappningar.

Underlagets fuktighet har uppenbarligen stor betydelse för uppkomsten av veck, men undersökningarna har tyvärr inte givit besked om denna fråga. Man har dock anledning förmoda, att fukten dels försämrar klistringsresultatet, enär asfalt häftar dåligt mot fuktiga ytor och ånga kan utvecklas då den varma asfalten strykes på, dels ökar pappens svällning.

Som *sammanfattning beträffande underlagets inverkan på veckbildningen* bör kanske främst pekas på betydelsen av att underlaget är så jämnt som möjligt. De vanligen mycket långa veck som sträcker sig antingen vinkelrätt mot eller parallellt med pappväderna tyder på, att de regelbundna ojämnheter, som förekommer bl. a. vid skarvarna i lättbetongtak och vid underlagspappens överlappningar, är av viss betydelse för veckbildningen. I många fall kunde dock inga veck konstateras, trots att ojämnheterna var lika stora som hos allvarligt veckade tak. Risken för veck måste dock bedömas som stor vid ojämnt underlag. Beträffande hållbarheten hos olika underlag har framgått, att tunna avjämningsskikt, bl. a. av cementbruk och lättbetong, lätt fryser sönder och orsakar veck.

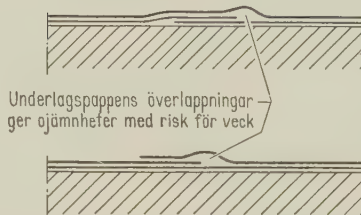
Hur vädret vid läggningen inverkar

på veckbildningen är inte fullt utrett. Enligt praxis vill man ha torrt och varmt väder, enär man då har de bästa utsikterna att få underlaget så torrt som möjligt samt pappen smidig och mjuk, så att den lätt följer eventuella ojämnheter i underlaget och låter sig väl klistras av en då relativt långsamt stelmande asfalt. Under senare decennier, då byggnadsverksamheten varit i gång året runt, har man emellertid inte sällan tvingats täcka vid ogynnsamt väder — i en del fall dock med uppenbarligen gott resultat. För att kunna klarlägga väderleksförhållandenas betydelse krävs uppgifter om årstiden för arbetets utförande samt om vädret vid tillfället. Endast i ett mindre antal fall kunde emellertid tillförlitliga uppgifter erhållas, bl. a. beträffande ett 40-tal lättbetongtak som lagts under tiden oktober—mars. Av dessa hade 12

Fig. 16.



Fig. 17.



stycken betydande veckbildning, vilket är avsevärt mera än genomsnittsvärdet som stannar vid 7 stycken. Detta tyder på, att risken för veck är större vid täckning under den kalla årstiden än under den varma.

Hur klistringsarbetet och valet av asfaltsort

inverkar på veckbildningen har inte varit möjligt att få belyst med siffror. Uppenbart är emellertid, att klistringen är ett hantverk som kräver stor fackkunskap och noggrannhet såväl beträffande arbetets utförande som val av asfaltsort. Vid inventeringen iaktogs sålunda att veck inte förekom i en del fall, trots att underlaget eller väderleken vid läggningen varit olämpliga, vilket pekar på klistringsarbetets betydelse.

Tidpunkten för veckens uppkomst

Av nedanstående tabell framgår, att veck förekommer ungefär i samma utsträckning på nya tak som på äldre. Den huvudsakliga veckbildningen uppstår således redan under första åren, vilket pekar på att papptäckningens ursprungliga egenskaper och ej förhållandena i fortsättningen är avgörande. Vill man undvika veckbildning krävs därför främst att verklig omtanke ägnas de i det föregående nämnda detaljerna — främst underlagets beskaffenhet och klistringen — samt att hänsyn tas till vädret vid läggningen.

Taktyp	Tak med veckbildning			
	> 7 år	7—3 år	< 3 år	medeltal
Oluftade betongtak	22 %	28 %	20 %	23 %
Lättbetongtak	14 %	17 %	21 %	18 %

Avlägsnandet av befintliga veck

är en inte sällan aktuell fråga med hänsyn till risken för släpp i överlappningarna. Det bör observeras, att begränsad veckbildning parallellt med väderna som regel är ofarlig och kan ofta med fördel lämnas ifred. Vecken kan avlägsnas om överlappningarna skärs upp vid släppen och klistras om. Vid allvarligare veckskador är detta förfarande inte alltid hållbart; vecken kommer igen och taket måste lagas varje år utan att läckagerisken är helt avlägsnad. I dylika fall kan det vara lämpligare att lägga om taket, även om detta drar med sig stora engångskostnader.

B. Gasblåsor

Gasblåsor förekom i större eller mindre omfattning på samtliga inventerade tak; i större omfattning på ca 20 % av dem.

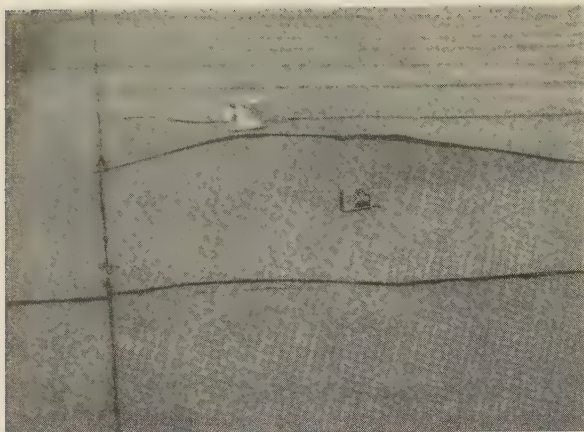


Fig. 18. Typisk gasblåsa mellan papplagren.

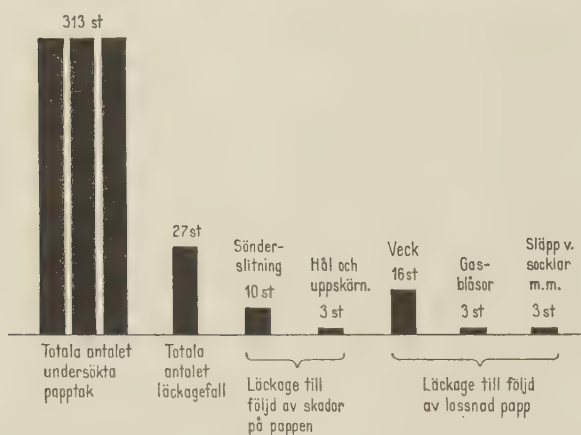


Fig. 19.

Olägenheterna med gasblåsor är desamma som vid veck, dock med den betydande skillnaden att gasblåsor sällan orsakar släpp i överlappningarna.

Risken för läckage vid gasblåsor måste därför bedömas som betydligt mindre än vid veck. Av de 27 nämnda papptäckningarna med läckage hade sålunda endast 3 gasblåsor i nämnvärd utsträckning.

För närvarande kan gasblåsor därför inte betraktas som papptäckningarnas mest betydande problem och man kan i många fall — åtminstone ifråga om tak som sällan eller aldrig beträds — godta även ganska omfattande gasblåsbildning trots den kvalitetsförsämring som denna skadetyp i sig själv givetvis innebär för papptäckningen.

En redogörelse för gasblåsornas uppkomst och orsaker samt detaljerade inventeringsresultat kommer inom kort att publiceras i Teknisk Tidskrift varför här i korthet endast skall pekas på några väsentligheter.

Gasblåsor orsakas närmast av de lufttanneslutningar som uppstår vid större eller mindre oklistrade fläckar antingen mellan papplagren eller mellan papplagren och underlaget. Beroende bl. a. på underlagets och pappens gastäthet, pappens styvhet och förekomst av fukt »pumpas» dylika lufttanneslutningar upp vid de stora temperaturvariationer som kan förekomma på taken. En typisk gasblåsa visas i fig. 18.

Frågor som hänger samman med gasblåsor är komplicerade och är tidigare sparsamt studerade. Genom inventeringen har dock erhållits en del be-

tydelsefulla fakta, även om något definitivt klarläggande inte kunnat göras.

Det har sålunda visat sig att gasblåsorna — därest underlaget inte är särskilt gastätt, som exempelvis vid betong eller färsk lättbetong — huvudsakligen uppstår vid oklistrade fläckar mellan två pappskikt samt att de oavlåtligt växer, snabbare ju större den oklistrade fläcken är från början. Gasblåsor är därför vanligare på gamla papptäckningar än på unga.

Enär gasblåsorna vanligen uppstår mellan pappskikten torde luftning av underlaget icke innebära någon garanti mot dem, vilket man på sina håll velat göra gällande.

Det finns anledning understryka, att för ögonblicket gäller det att lösa betydelsefullare papptäckningsproblem än gasblåsor, då kanske framförallt veck. I den mån dessa problem klarläggs, kan intresset i ökad omfattning även ägnas gasblåsorna, vars frågor utan tvivel är förtjänta att få sin definitiva lösning

RIKTLINJER FÖR FÖRBÄTTRINGAR

Inventeringen har i alltför många fall visat, att traditionell papptäckning inte uppfyllt de krav man rimligtvis bort kunna ställa på den samt att byggnaderna utformats och konstruerats på ett för papptäckning olämpligt sätt.

Förekomsten av lyckade papptäckningar av traditionell typ tyder dock på, att de kan fungera tillfredsställande. Orsaken till att man misslyckats i andra motsvarande fall, torde främst kunna sökas i bristande förutseende och omsorg beträffande någon eller några av de faktorer som påverkar papptäckningens effektivitet och livslängd, vilket i sin tur torde kunna skyllas på otillräckliga kunskaper om papptäckningens problem.

Även om inventeringen inte lyckats lösa alla hit hörande problem, ger den dock besked i en del betydelsefulla frågor, vilket bör kunna vara till gagn då det gäller att dra upp riktlinjer för förbättringar — i första hand för att eliminera de vanligaste och allvarligaste skadorna.

Enligt det föregående räknas en papptäckning som misslyckad om den inte fullständigt och under hela sin beräknade livslängd kan hindra nederbörd att tränga genom. Inventeringen visar (se diagram fig. 19) — om man ej räknar med de betongtak som olämpligt värmeisolerats med porösa träfiberskivor — att läckage främst beror på *veckbildning* samt på *sönderslitning av pappen*. Det är således angeläget att i första hand undvika dessa skadetyper, varför huvudsakligen de frågor som hänger samman härmed diskuteras i fortsättningen.

Enär klistringen är avgörande för veckbildningen (i viss mån även för gasblåsbildningen) och rörelserna i underlaget är avgörande för eventuell sönderslitning av pappen, syns åtgärder för att förbättra de traditionella papptäckningarna främst böra inriktas på *klistringen* samt på att *hindra rörelser i underlaget*; det senare dock närmast aktuellt för tak av lättbetong.

Det har framhållits, att klistringsresultatet är beroende inte enbart av pappkvalitet, asfaltstyp och arbetsutförande utan även av underlagets beskaffenhet

och väderleksförhållandena vid läggningen. Beträffande underlagets beskaffenhet samt risken för rörelser i underlaget kan pappläggaren inte göras ansvarig. De misslyckanden som förekommit kan därför inte lastas enbart på papptäckarna, men deras villighet att lämna vidsträckta garantier kan ha spelat en ogynnsam roll för utvecklingen.

Skall man ha några utsikter att komma någon vart på detta område torde främst krävas intimt samarbete och samverkan mellan dem som utformar och konstruerar byggnaden, dem som utför underlaget för papptäckningen och dem som lägger pappen. Självklart är att man härvid bör ta hänsyn till alla faktorer som kan tänkas inverka på det slutliga resultatet.

För närvarande framstår följande frågor som särskilt betydelsefulla för papptäckningen, nämligen byggnadens utformning och konstruktion, underlagets beskaffenhet, pappkvalitet, asfaltsort, arbetsutförande, väderleksförhållandena vid läggningen.

A. Byggnadens utformning och konstruktion

Som påpekats tas vid byggnadens utformning och konstruktion ej alltid vederbörlig hänsyn till papptäckningens speciella egenskaper, varför påfrestningarna kan bli onödigt stora. Här skall därför beröras några frågor som ej sällan försummas.

En dylik fråga är bl. a. den sjöbildning som man måste räkna med vid flacka tak, t. ex. då det blir stopp i avloppet eller vid kraftig snösmältning. Så länge papptäckningens klistringsproblem inte lösts, löper man nämligen viss risk för läckage i överlappningarna och bör därför se till att *taklutningarna inte blir för små* — förslagsvis minst 1:20. I flertalet misslyckade fall var lutningarna betydligt mindre, t. o. m. bakfall förekom.

Ofta förbises att lutningen är beroende av antalet invändiga avlopp och deras placering. Ett annat vanligt fel är, att taket visserligen får tillräcklig lutning i byggnadens tvärriktning men inte i längdriktningen (fig. 20).

Man bör även se till att de *mekaniska påfrestningarna* på taket inte blir för stora. Där taket måste trafikeras, t. ex. för inspektion av fläkt e. d., är det ibland lämpligt använda skydd av trätrallar eller liknande. Det är även tänkbart att överytan på utsatta ställen förstärks med asfaltbunden ärtsingel e. d. enligt amerikanskt mönster.

Byggnadens konstruktion inverkar på valet av underlag för papptäckningen. De olika underlagens beskaffenhet diskuteras längre ned. Här skall endast framhållas ett par betydelsefulla punkter gällande riskerna för veck och pappens sönderslitning.

Ifråga om lättbetongtak ger sålunda ojämnheter i plattornas längdfogar ofta upphov till veck. För att dessa veck inte skall orsaka släpp i överlappningarna bör man projektera taket så, att lättbetongplattorna kommer att gå parallellt med pappväderna.

Man bör även beakta behovet av dilatationsfogar för att minska risken för sprickor i byggnaden och därmed även risken för att pappen skall slitas sönder

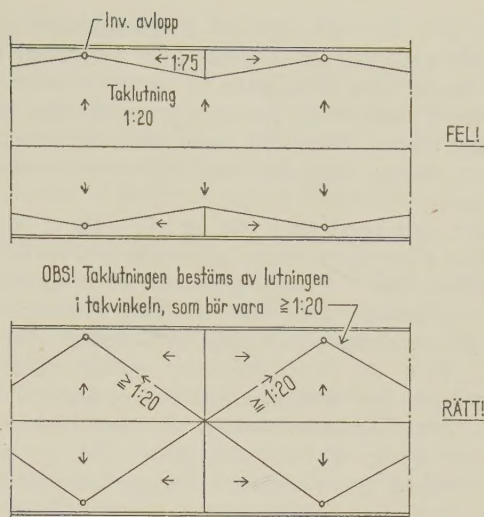


Fig. 20.

der över dessa sprickor. Självklart bör täckningen över dilatationsfogar utföras så, att den kan ta upp rörelserna i byggnaden.

B. Underlagets beskaffenhet

Underlaget för traditionell papptäckning måste uppfylla följande krav om man vill undvika misslyckanden.

1. Underlaget skall bilda en sammanhängande och i mesta möjliga mån orörlig enhet samt vara utförd så, att risken för sprickor är eliminerad. Detta krav uppfylls som regel av betongtak, inte alltid av lättbetongtak.
2. Det skall ha en jämn, hållbar och så torr yta som möjligt för att klistringen skall kunna bli fullgod.
3. Det skall vara tillräckligt hårt för att kunna tåla de mekaniska påfrestningarna som normalt kan förekomma på en papptäckning.

För olika underlagstyper samt för deras inverkan på veckbildningen har redogjorts i det föregående, (se sid. 74, 78 och 79) varför här endast skall lämnas en summarisk översikt beträffande vissa väsentliga detaljer.

Underlag av armerad betong ger som regel jämna, hårda och hållbara ytor. Betongens jämförelsevis stora gastäthet orsakar dock gasblåsor i många fall.

Underlag av 1—2 cm tjock cementbruksavjämning — vanlig på lättbetongisolerade betongtak — ger i oskadat skick hårda och jämna ytor. Det spricker emellertid ofta, vilket dock inte syns inverka menligt på papptäckningen. Även sönderfrysning samt — vilket är vanligare — uppbuckling förekommer. Uppbucklingen torde kunna undvikas om man gjuter avjämningen i rutor med högst 2—3 m sida samt fogarna utformade t. ex. med porösa träfiberlister, vilka medger vissa rörelser i fogarna. Huruvida dessa fogar kan inverka ogynnsamt på papptäckningen är inte utrett. Cementbruksavjämning — åtminstone om den läggs på lättbetong — är därför inget idealiskt underlag för papptäckning.

Underlag av direktgjuten lättbetongavjämning har ofta gett mindre hårda och hållbara ytor därför att man använt lättbetong med så låg volymvikt ($\gamma=0,5$) att hållfastheten blivit otillräcklig. Ytan har ofta tram-

pats sönder här och var vid pappläggningen, var till sedermera kan ha kommit sönderfrysning. Det torde därför vara lämpligare att använda lättbetong med högre volymvikt ($\gamma = 1,2$), varvid man dock riskerar samma olägenhet som med cementavjämnar riskerar samma olägenhet som med cementbruksavjämnar.

tak) ger som regel ett i och för sig fullgott underlag. För klistringen svaga ställen är emellertid de inte sällan alltför ojämna fogarna mellan plattorna. Dessa ojämnheter kan bero på dålig fogning men även på att plattorna är olika tjocka eller slarvigt lagda. Även om höjddifferensen mellan plattorna vanligen inte kan undvikas helt, kan de dock bli små om plattorna läggs med omsorg. Vid slarv hjälper det föga med aldrig så jämntjocka plattor. För att undvika ofrånkomliga ojämnheter kan uppskjutande kanter på plattorna skäras av med en cementskyffel i samband med cementbruksfogningen; en enkel metod som praktiserats med så vitt man kan bedöma gott resultat.

För att inte riskera att pappen slits sönder vid rörelser mellan plattorna måste man ägna fogningen särskild omsorg (jfr fig. 7 och 8). I de långsgående fogarna syns dock risken för rörelser vara liten även vid bristfällig fogning. För de tvärgående fogarna pekar inventeringen däremot kraftigt på, att omsorgen om denna detalj bör ökas. En lämplig första åtgärd torde vara, att öka tvärfogens bredd till 2 cm från den nu vanliga 1 cm. Plattornas längd varierar nämligen ofta upp till 1 cm, varför fogen eljest kan bli så smal att den inte kan fyllas ordentligt med cementbruk. Den andra åtgärden gäller kontinuitetsarmeringen i längdfogarna tvärs över träfogarna. Försummelser här kan äventyra armeringens vidhäftning, så att den kommer att ligga praktiskt taget lös. Lämpligt är därför att vid fogningen först fylla på så mycket cementbruk i spåren för armeringen, att bottnen blir täckt. Armeringen trycks därefter ned och spåret jämnas av med ytterligare bruk. Efteråt bör taket givetvis inte beträdas förrän bruket bundit. Beträffande armeringen kan för övrigt sättas ifråga, om den vid långa plattor inte bör bytas ut mot kamjärn och att dimensionen bör ökas från 6 till 8 mm. Fabrikanterna torde ha intresse av att prova denna viktiga detalj.

För att säkra sig mot dylika sprickor i papptäckningen har från pappläggarkåll framförts att en 30—40 cm bred extra pappvåd bör klistras över lättbetongplattornas tvärfogar. Denna bör på ett 10—20 cm brett band över fogen vara oklistrad, varigenom denna papp skulle få möjlighet att deformeras så mycket att sprickbildning skulle undvikas. På detta sätt erhålles dock samtidigt ett långsgående veck som om detta går vinkelrätt mot lutningen, hindrar vattenavrinningen. Denna lösning måste därför betraktas som en nödlösning.

Underlag av porösa träfiberskivor blir vanligen för mjukt för att kunna stå emot normala mekaniska påfrestningar, vartill kommer risken för uppskjutningar vid skarvarna. Det torde därför vara klokt att helt undvika porösa träfiberskivor som underlag för papptäckningar.

Underlag av sandasfaltavjämnning förefaller att ge

ett idealiskt underlag för papptäckning. Härför krävs dock, att avjämnningen är utförd så, att pappen inte förmår slita upp sandasfalt från underlaget vilket förekommit.

Underlag av korkplattor ger vid noggrann läggning ett gott underlag för klistringen. Enär kork är relativt mjuk bör den dock inte användas där den kommer att utsättas för kraftig mekanisk åverkan. Man bör även beakta, att papptäckningen till följd av korkens goda värmeisoleringsförmåga utsätts för avsevärt större temperaturväxlingar än i andra fall. Hur detta kan påverka papptäckningens beständighet är inte utrett.

C. Pappkvalitet

Inventeringen torde ha klarlagt, att den hittills använda *skyddsbelagda asfaltpappen* är tillräckligt motståndskraftig för en livslängd av ca 15 år. Detta är i jämförelse med livslängden hos en del andra byggnadsmaterial en kanske ganska kort tid, vilket dock torde uppvägas av att omtäckning som regel är en tämligen enkel procedur. Några direkt tvingande skäl att radikalt ändra pappens nuvarande egenskaper syns därför inte föreligga. Därmed är dock inte sagt att pappen som sådan är idealisk. Bland annat kan sättas ifråga, om den vanligen använda sanden är lämplig som skydd mot solen. Sanden spolats nämligen som regel bort alltför snart och lämnar kvar det översta asfaltskiktet skadat av sandkornen och utsatt för oundviklig förstörelse. I utlandet utföres skyddet av detta asfaltskikt ofta på annat sätt.

Den *impregnerade asfaltpappens* lämplighet för underlagstäckning har inte kunnat klarläggas vid inventeringen, enär jämförelsematerial för andra underlagstäckningar saknas.

Till fördelarna med impregnerad asfaltpapp hör, att den är relativt smidig varför den går lätt att klistra och veckas mindre ofta än den styvare överlagspappen. Nackdelarna är främst att den snabbt drar åt sig fukt samt att den tätar jämförelsevis dåligt mot vatten och vattenånga. Dess benägenhet att bli fuktig visar sig främst vid olämpligt väder, då den kan komma att innehålla avsevärda mängder fukt till nackdel för läggningen av det övre papplagret. Hur stora skador som uppstått till följd härav har inte kunnat bedömas. Dess oförmåga att oklistrad stå emot varaktigt vattentryck gör sig främst gällande vid släpp i överlagspappens överlappningar, medan dess ringa diffusionstäthet i förening med jämförelsevis stor gastäthet torde påskynda gasbläsbildningen. Man har därför börjat prova andra typer av underlagstäckning.

Beträffande pappkvaliteten har uppmärksamheten hittills främst ägnats råpappens fibersammansättning, framförallt med hänsyn till halten av träfiber. Inventeringen har inte gett belägg för att hög halt av träfiber — under förutsättning att asfaltimpregneringen är förstklassig — skulle ha särskilt ogynnsam inverkan, vilket eljest allmänt görs gällande.

D. Klistarmedel

Några besked härom har inventeringen inte lämnat, varför här endast kan göras några allmänna reflexioner.

För att om möjligt undvika glidning vid de höga temperaturer som kan råda på taken under sommaren, klistrar man som regel med asfalt med hög mjukpunkt. Vanligen väljs oxiderad asfalt som har egenskapen att inte bli spröd vid låga temperaturer. Beträffande den vanligen använda OA 80—90 kan sättas ifråga, om man inte överdrivit risken för glidning med hänsyn till de små lutningar här oftast är frågan om. I många fall torde OA 65—75 vara lämpligare. Hårdare asfalt har nämligen en uppenbar nackdel i förhållande till mjukare asfalt — det gäller vid papptäckning i kyligt väder — att den stelnar fortare och ökar risken för uppkomsten av oklistrade fläckar. Även mjukare asfalt har emellertid nackdelar till vilka — förutom risken för ökad glidning — får räknas risken att asfalten kan flyta ut från överlappningarna; det senare är dock närmast en estetisk fråga. Vid olika lutningar, exempelvis tak med lanterniner, tillkommer besväret, att man måste arbeta med två sorters asfalt, nämligen även med en hårdare för de större lutningarna. Dessa nackdelar och besvär torde som regel dock inte väga tyngre, än att man bör kunna se bort från dem med hänsyn till utsikterna för bättre klistringsresultat.

För att ge asfalten ökad stabilitet vid varmt väder blandas den lämpligen med filler eller asbestfibrer. Filleriserad asfalt används numera av en del pappläggare vid all papptäckning. Med filleriserad asfalt kan klisterskiktet göras tjockare än med vanlig asfalt, vilket torde vara fördelaktigt vid ojämna underlag.

En metod som syns användbar för att öka asfaltens vidhäftningsförmåga torde vara inblandning med något av de ytaktiva ämnen som kommit fram på senare år. Metoden torde dock ännu inte ha prövats.

E. Arbetsutförandet

Utrullning och klistring av pappen sker än så länge manuellt, varför man i dessa hänseenden är hänvisad till taktäckarens större eller mindre skicklighet och erfarenhet. Särskilt beträffande klistringen, som är av så fundamental betydelse för täckningsresultatet, måste det anses mindre tillfredsställande, att man skall vara så beroende av vederbörandes handlag och omsorg. Kunde man konstruera en maskin eller ett verktyg som klistrade förstklassigt — även med mindre van arbetskraft — skulle pappläggningstekniken göra ett stort kliv framåt. Åtskilliga förslag i denna riktning har kommit fram under årens lopp, inget dock ännu riktigt övertygande.

Utrullningen av pappen

bör ske så, att pappen inte från början får inre spänningar som kan försämra klistringsresultatet. Av stor betydelse är, om man kan slippa sträcka pappen vid klistringen. Följande omständigheter, vilkas betydelse inte blivit utredda vid inventeringen, kan bl. a. inverka ogynnsamt.

- Pappen har deformerats vid lagringen så att den måste sträckas vid utrullningen för att bli rak. Deformationen kan ha orsakats av, att pappullen blivit olika fuktig i sina olika delar eller att den legat olämpligt. De anvisningar om pappens för-

varing som vanligen finns på rullarna bör därför nog följas.

- Pappens fuktighet svarar ej mot förhållandena på taket. För att motverka detta bör pappen helst ligga utrullad någon tid på taket, vilket tyvärr inte alltid låter sig göra.
- Pappen deformeras efter utrullningen.

Klistringen av pappen

måste utföras med största omsorg samt med god beräkning med hänsyn till olika inverkan omständigheter. Här skall nämnas några betydelsefulla detaljer.

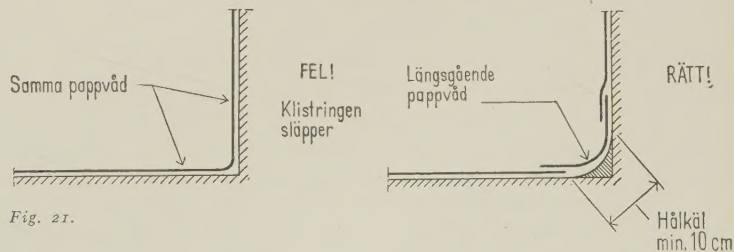
Beträffande mängden asfalt tillämpas ofta regeln, att den på plana ytor skall vara så liten som möjligt för att vidhäftningen skall bli god. I praktiken är emellertid ytorna sällan så plana som önskvärt vore, varför man med denna metod riskerar att få oklistrade fläckar. Ofta tvingas man därför att använda mer asfalt, vilket dock torde vara att föredra framför risken av oklistrade fläckar (jfr vad ovan sagts om filleriserad asfalt).

Vid överlappningar klistrar man ofta snålt, för att asfalt inte skall tränga fram ur fogen. Härigenom riskeras att överlappningen blir ofullständigt klistrad, vilket ökar faran för släppor. Med risk för att arbetet blir mindre prydligt — vilket dock torde spela mindre roll när taken, med de små lutningar här ofta är frågan om, sällan blir synliga nerifrån — förefaller det klokare att klistra med för mycket asfalt än för litet.

Överlappningar i underlagspappen åstadkommer ojämnheter som är till nackdel för klistringen av överlagspappen, framförallt om överlagspappen — vilket numera är ganska vanligt — läggs vinkelrätt mot underlagspappen. Olägenheterna torde bli minst om våderna i de bägge papplagren läggs parallellt med varandra.

Vid ytor som lutar mer än 1:3, t. ex. socklar och lanternintak, torde det som regel bli nödvändigt att dessutom spika pappen längs överkanten, för att man inte skall riskera att den kommer i glidning.

Vid inåtgående hörn blir spänningen i pappen ofta så stor att klistringen släpper, om våderna viks över och förbi hörnet från sidan. Detta kan undvikas om hörnet förses med en ordentligt tilltagen hålkälslist som täcks med en långsgående våd, mot vilken de från sidorna anslutande och ett stycke från hörnet avskurna våderna klistras (fig. 21).



F. Väderleksförhållandena vid läggningen

är ofta direkt olämpliga. Pappen läggs sålunda inte sällan på under senhösten, då vädret är som sämst med regn och rusk. Måste taket täckas vid denna årstid, torde det vara lämpligt att endast lägga på

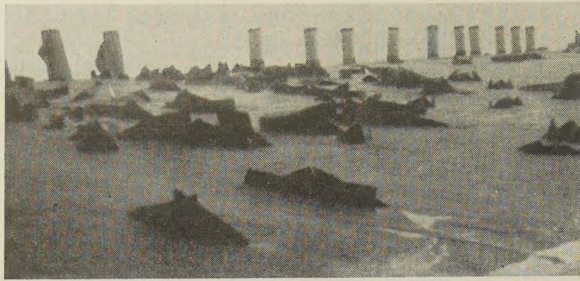


Fig. 22. För att undvika skadeverkningar genom gasblåsor kan man nöja sig med att under första året endast använda ett lag papp. Bilden visar hur en dylik papptäckning med ytbelagd asfaltpapp just skurits upp vid gasblåsorna. Uppskärningen klistrades därefter ned och den skyddsbelagda pappen lades på. Vid inspektion två år senare kunde inga gasblåsor påträffas.

underlagspappen, som omgående stryks med varm-asfalt. Överlagspappen läggs på först under sommaren nästa år (se fig. 22). Detta förfarande har provats i flera fall med uppenbarligen gott resultat. Ett annat sätt — dock ofta praktiskt ogenomförbart — är att bygga upp ett skydd av presenningar eller dylikt, under vilket täckningen kan bedrivas ostörd av vädret.

NYARE PAPPTÄCKNINGSTYPER

Som följd av de i en del fall mindre goda resultaten med traditionella papptäckningar har man under senare år alltmer börjat uppmärksamma papptäckningsfrågan i syfte att finna nya vägar för dess lösning. I dessa strävanden kan man särskilja två riktlinjer — en som tar sikte på att förbättra underlagstäckningen och en som vill förbättra överlagstäckningen.

Frapperande är, att man i vårt land huvudsakligen inriktat sig på underlagstäckningen, medan man i utlandet — inte minst i USA — som regel valt den andra vägen med motivering att den skyddsbelagda asfaltpappen är för styv och har för liten beständighet.

I USA täcker man därför vanligen med flera lag impregnerad asfaltpapp — ofta upp till fem lag — som klistras inbördes och slutligen beläggs med ett 2—3 cm tjockt skikt av asfaltbunden finsingel; för trafikerade tak två skikt finsingel. För att hindra uppkomsten av luftkuddar vid klistringen har man på senare år dessutom börjat använda perforerad impregnerad asfaltpapp.

För att åstadkomma beständigare överlagstäckning än den med skyddsbelagd asfaltpapp har man bl. a. i Tyskland börjat pröva membraner där råpappen bytts ut mot folie av aluminium eller koppar. Man har sålunda fått fram en klistringsbar täckning där aluminium- resp. kopparfolien bildar färdig överyta.

För att återkomma till frågan om lämpligare underlagstäckning kan nämnas, att impregnerad asfaltpapp inte anses vara tillräckligt tät mot fukt, vilket torde bidra till gasblåsbildning. För att hindra vattenånga att tränga genom underifrån kan man tänka sig att använda ytbelagd och impregnerad asfaltpapp till underlagstäckning. En betydande nackdel härmed torde dock vara, att denna papp med sin större styvhet blir svårare att klistra, varför risken för veckbildning ökas.

En radikal metod som lanserats, är att till underlagstäckning använda aluminiumfolie, vilken är smi-

dig och klistringsbar samt ogenomtränglig för vattenånga. Man har dock anledning hysa farhågor för att dylik aluminiumbeläggning kan angripas av elektrolyter från underliggande cementmaterial.

En annan papptäckningsmetod som bör kunna få viss användning, är en kombination av gjutasfalt och asfaltpapp. Ett 10—12 mm tjockt skikt av gjutasfalt utgör därvid det relativt mjuka underlaget vilket tjänar både som vattenisolering och avjämning. Skyddsbelagd asfaltpapp bildar det övre laget och avser att öka säkerheten mot vattengenomsläpp — framförallt med hänsyn till risken för sprickor i gjutasfalten — samt att skydda gjutasfalten mot förstörande solstrålning.

Som en ny metod kan betecknas användandet av i underytan ärtsinglad asfaltpapp. Denna papptyp torde medge utjämning av lufttrycket över underlaget samt möjlighet för fukt att avdunsta, varvid risken för gasblåsor skulle elimineras, åtminstone mellan underlaget och pappen. Vid enkeltäckning med dylik papp förefaller utsiktarna vara goda att slippa gasblåsor. Vid dubbeltäckning, varvid den ärtsinglade pappen används för underlagstäckning och skyddsbelagd asfaltpapp för överlagstäckning, torde dock risken för gasblåsor mellan papplagren kvarstå. Fabrikanten framhåller, att pappen är okänslig för ojämnheter i underlaget och att den kan läggas under mycket ogynnsamma förhållanden. För mycket fuktiga underlag rekommenderas läggning i cementbruk istället för asfalt. Det fuktiga underlaget anses kunna torka ut genom ärtsingelskiktet.

Försöken med ärtsinglad asfaltpapp måste betecknas som mycket intressanta och det är mycket troligt att papptäckningsmetoden kommer att bli lämplig för många fall. Som alltid ifråga om nya material eller bygghetoder har man anledning att även här inta en avvaktande hållning till dess metoden hunnit prövas ordentligt. Bland annat finns anledning till farhågor beträffande pappens motståndsförmåga vid starkt solsken mot mekanisk åverkan till följd av den underliggande ärtsingeln.

Till slut bör kanske framhållas, att utvecklingen på plastområdet ger rika löften för framtiden även beträffande taktäckning. Vilka vägar som kommer att beträddas eller som kommer att visa sig hållbara i konkurrensen med övriga här nämnda papptäckningstyper är givetvis inte möjligt att för närvarande uttala sig om, då praktiska försök — åtminstone i större skala — veterligen ännu inte ägt rum.

Litteraturförteckning

- (1) Schütz, Fredrik: Isolering med asfalt och tjära. Stockholm 1945.
- (2) Schütz, Fredrik: Isoleringsförmåga hos asfalt mot fukt, vattentryck och vattenånga. Meddelande nr 10 från Statens kommitté för byggnadsforskning. Stockholm 1947.
- (3) Hanson, Rune: Hur har våra plana tak fungerat. Byggmästaren B 6, 1952.
- (4) Frey, Guy. S:son: Takpappen och de plana taken. Byggmästaren B 6, 1952.
- (5) Virtala, Voitto: Om takpapp och bestämning av dess kvalitet medels materialprovning. Meddelanden nr 21 del 1 och 2 från Statens tekniska forskningsanstalt. Helsingfors 1946.
- (6) Mitteilungen aus der Dachpappen-Industrie. Berlin 1938.